

أجهزة التحكم المبرمج PLC's وتطبيقاتها العملية



إعداد
المهندس أحمد عبد المتعال



للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أجهزة التحكم المبرمج

PLCs وتطبيقاتها العملية

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

بسم الله الرحمن الرحيم

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

سلسلة التحكم العملية ٢

أجهزة التحكم المبرمج PLCs وتطبيقاتها العملية

إعداد
م / أحمد عبد المتعال

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الكتاب : أجهزة التحكم المبرمج PLCs وتطبيقاتها العملية

المؤلف:م. أحمد عبد المتعال

رقم الطبعة : الثانية

تاريخ الاصدار: ١/٧/٢٠٠٠ م

حقوق الطبع : محفوظة للناشر

الناشر: دار النشر للجامعات المصرية

رقم الايداع :١٩٩٤/٤١١٩ م

الترقيم الدولى: I. S. B.N: 977-5526-08-6

دار النشر للجامعات - مصر

١٤ عمارات العبور- الدور الثاني - شقة ٢٤

ش صلاح سالم - ص.ب ١٣٠ محمد فريد

(١١٥١٨) القاهرة تليفاكس :٢٦١٣١٦٠

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ(١٥) ﴾ [الأحقاف:١٥] .

شكر و تقدير

أتقدم بخالص الشكر للدكتور خالد السيد صالح الأستاذ المساعد بهندسة عين شمس وكذلك الدكتور لطفى بن عمر المحاضر بالكلية التقنية بالدمام قسم الكهرباء على ما قدماه من تعاون صادق بناء في إعداد هذا الكتاب .

كما أتقدم بخالص الشكر للمهندس : صبري أنور ليثي المدرس بمجمع التدريب المهني بالحوامدية والأستاذ واصل عبد الله الحسن بالمعهد الصناعي بالدمام على تعاونهما الصادق فى إعداد هذا الكتاب ولا يفوتني أن أتقدم بالشكر الجزيل لشركة سيمنز SIMENS وشركة MITSUBISHI وشركة SPRECHER+SHUH وشركةTELEMECANIQUE فلا يمكن إعداد مثل هذا الكتاب إلا بتعاون مثل هذه الشركات.

وأخيرا أسأل الله عز وجل أن يحوز هذا العمل رضاء كل من يقرأه

المؤلف

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الأول

أساسيات التحكم المبرمج

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أساسيات التحكم المبرمج

١-١ مقدمة

صنع أول جهاز تحكم مبرمج في شركة(جنرال موتورز)عام 1986 وكان الجهاز في بادئ الأمر يحل محل المفاتيح الكهرومغناطيسية فقط غير أنة لم يكن قادرا على تحقيق متطلبات الشركة المصنعة ولكنة كان في الحقيقة بادرة خير في صناعة الحاكمات القابلة للبرمجة Programmable Logic Controllers و التي تطورت فيما بعد و انتشرت بكثرة في جميع ميادين الصناعة و في الفترة ما بين (1970 : 1974) و نتيجة للتقدم التقني في صناعة الميكروبروسسيور أصبحت الحاكمات القابلة للبرمجة PLC’S أكثر مرونة و ذكاء و اصبح من السهل على الفنيين والمهندسين الذين ليس لهم دراية كلية بعلوم الكمبيوتر و الإلكترونيات الرقمية التعامل معها. بل وأصبحت هذه الأجهزة قادرة على القيام بالعمليات الحسابية و المنطقية و تحسنت لغتها عن ذي قبل.

أما في الفترة ما بين (1975 : 1979) حدث تقدم كبير في صناعة الحاكمات القابلة للبرمجة واشتمل هذا التطور على زيادة سعة الذاكرة و عدد المداخل و المخارج الرقمية بل ارتقى استخدام هذه الأجهزة من التحكم الرقمي إلى التحكم التناظري حيث أصبح من السهل عمل برنامج لاستخدام أجهزة التحكم المبرمج لتحل محل حاكم تناسبي تفاضلي تكاملي PID للتحكم في درجة حرارة غرفة أو سرعة محرك ... الخ وكذلك أصبح من السهل تخزين أي برنامج في وحدة ذاكرة خارجية و أصبح من الممكن تغيير البيانات سابقة التخزين أثناء التشغيل . فأصبح بوسع المشغل تغيير ثوابت المؤقتات الزمنية و العدادات ...الخ بدون إيقاف العملية الصناعية كما كان في السابق ونتيجة لتطور علوم الاتصالات في هذه الفترة . أصبح من الممكن استخدام مجموعة من أجهزة التحكم المبرمجة للعمل سويا في شبكة محلية للتحكم في مصنع كما لو كانت جهازا واحدا . وأيضا من الممكن عمل تقارير وافية عن الإنتاج و الصيانة والأعطال بواسطة الوحدات الطرفية مثل الطابعات و تخدم هذه التقارير إدارات المصانع لتحسين معدل الإنتاج و نتيجة لهذه التطورات المذهلة التي حدثت في الفترة الأخيرة حلت أجهزة التحكم المبرمج PLC’s محل الميني كمبيوتر Mini Computer في معظم التطبيقات الصناعية .

أما في الثمانينات فتنافست الشركات المصنعة في تطوير صناعة أجهزة التحكم المبرمج وكان

نتيجة التطورات الهائلة في تقنيات صناعة أجهزة التحكم المبرمج PLC’s ما يلي :-

١- أصبحت تكلفة الجهاز منخفضة إلى الحد الذي يسمح باستخدامه بدلا من عشرة مفاتيح كهرومغناطيسية ELectromagnetic Relays .

٢- أصبح من الممكن استخدام أجهزة التحكم المبرمج PLC’s صغيرة الحجم في التحكم التناظري .

٣- أصبح من الممكن توصيل أجهزة التحكم المبرمج مع أجهزة الدخل التناظرية مثل الإزدواجات الحرارية و أجهزة قياس الرطوبة والانفعال التناظرية ... الخ .

٤- ظهرت أحجام مختلفة من الحاكمات القابلة للبرمجة PLC’s فمنها ما يكون عدد مداخلة ومخارجه 10فقط و منها ما يصل عدد مداخلة ومخارجه إلى 8000 . أما سعة ذاكرتها فتبدأ من 1KB (واحد كيلو بايت) .

٥- تم تجزئة أجهزة التحكم المبرمج PLC’s إلى أقسام منفصلة Modules بحيث أصبح من الممكن تفصيل جهاز التحكم المبرمج PLC’s تبعا لحجم المشروع (العملية الصناعية) .

أما التطورات الهائلة في تقنيات البرمجة لأجهزة التحكم المبرمج PLS’s فقد أدت إلى ما يلي :-

١- استخدام لغات يسهل على من ليس له دراية علوم الحاسبات استخدامها .

٢- استخدام لعات عالية المستوى تشبه في نظمها لغة البيسيك Basic .

٣- إمكانية تحديد الأعطال و تعديل البيانات المدخلة أثناء تشغيل العملية الصناعية .

٤- أصبح زمن الاستجابة لأجهزة التحكم المبرمج PLC’s يصل إلى ملي ثانية لكل كيلو بايت من برنامج المستخدم .

١-٢ مصطلحات فنية

فيما يلي أهم المصطلحات الفنية في هذا الكتاب :-

١- الإشارة التناظرية Analog Signal

وهي إما أن تكون إشارة جهد أو إشارة تيار و تعطي القيمة العددية للإشارة مدلول عن كمية معينة على سبيل المثال جهد الخرج لمولد تاكو مستمر مثبت على محور دوران المحرك المطلوب قياس سرعته فإذا كان سبة تحويل مولد التاكو 300 RPM/V وكان خرج مولد التاكو 5Vيعني هذا أن سرعة المحرك تساوي :-

$$N=300*5=1500 \text{ RPM}$$

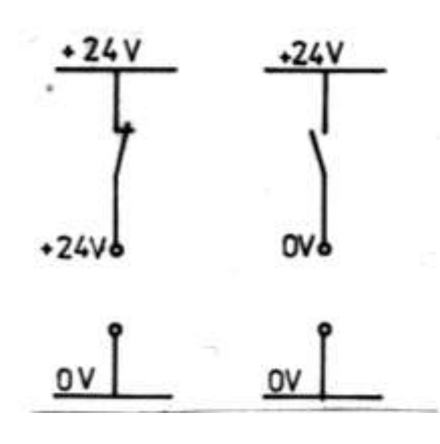
والجدير بالذكر أن إشارات الجهد التناظرية عادة تتراوح ما بين (0 : +10V) أو (0 : 1V) أو

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

(0 : 5V)   أما إشارات التيار التناظرية فعادة تتراوح ما بين (4 : 20 mA) .

٢- الإشارة الرقمية   Digital Signal

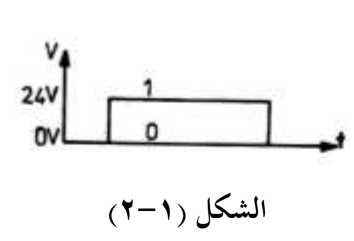
وهـي إشـارة جهـد وتكـون قيمـة جهـد الإشـارة الرقمية
V 0 أو V 24 على سبيل المثال الجهد المنقول عبر
ريشة تلامس فإذا كانت ريشة التلامس مفتوحة كان الجهد المنقول   V 0 إذا كانت الريشة مغلقة
كـان الجهـد المنقـولV   24+كمـا هـو مبـين بالشكل(١-١) .



الشكل (١-١)

٣-حالة الإشارة الرقمية   Digital Signal State

فإذا كـان جهـد الإشـارة الرقمية   V 0 يقال أن حالة الإشارة 0 أي منخفضة Low و إذا كان جهد الإشارة الرقمية V 24+ يقال أن حالة الإشارة الرقمية 1 أي عالية High كما هو موضح بالشكل(١-٢) .



الشكل (١-٢)

٤-الخانة (البت)   BAT

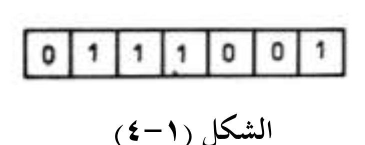
وهو مكان تخزين حالة إشارة رقمية واحدة إما 0 أو 1 كما هو مبين بالشكل (١-٣) .

0   1

الشكل (١-٣)

٥-البايت   BYTE

يتكون البايت من ثماني خانات   Bits 8 يخزن فيهم ثماني إشارات رقمية كما بالشكل   (١-٤) .



الشكل (١-٤)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٦-الكلمة WORD

تتكون الكلمة من (16) خانة يخزن فيها حالة (16) إشارة رقمية أي أن الكلمة تتكون من عدد (2) بايت .

٧- المسجلات REGISTER

وهي أماكن لتخزين البيانات في صورة 0 أو 1 وهى تتكون من خانة واحدة أو أربع خانات أو 16 خانة وتوجد المسجلات داخل معالج أجهزة التحكم المبرمج وسيتضح وظيفتها في الباب الثاني .

٨- الأعلام FLAGS

ويطلق عليها أحيانا ريليهات تحكم داخلية Internal Control Relays أو وحدات التخزين الداخلية Markers و يتكون العلم من خانة واحدة Bit و يخزن فيها حالة العمليات الوسيطة في صورة 0 أو 1 و توجد الأعلام في الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المبرمجة PLC's و يستخدم النظام الثماني لترقيم وحدات التخزين الداخلية (الأعلام) على سبيل المثال

F0.0,F0.1,F0.2,………………….,F0.7
F1.0,F1.1,F1.2,……………..…..,F1.7
⋮
F100.0,F100.1,F100.2,………,F100.7
⋮

١-٣ النظم المختلفة للأعداد و الأكواد Number Systems

إن معرفة القارئ بالنظم المختلفة للأعداد و الأكواد يسهل عليه التعامل مع الحاكمات القابلة للبرمجة و أجهزة الحاسبات بصفة عامة و قبل البدء في سرد النظم المختلفة للأعداد والأكواد سنشير إلى بعض المصطلحات التي تستخدم عادة مع نظم الأعداد المختلفة هي :-

١- إن أي عدد يتكون من مجموعة من الخانات Digits
٢- كل نظام أعداد له أساس ثابت و له مجموعة أعداد أساسية
٣- يمكن تحويل أي نظام أعداد إلى النظام العشري للأعداد و المستخدم في حياتنا اليومية و ذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$Z=A_0B^0 +A_1B^1+A_2B^2+\dots\dots\dots\dots$$

حيث إن:-

العدد العشري المكافئ Z

الأعداد الأساسية A0,A1,A2,

الأساس B

١-٣-١ نظام الأعداد العشرية Decimal Numbers

الأعداد الأساسية 0,1,2, ... , 9

الأساس 10

فيمكن القول أن العدد العشري 456 يساوي

$$456=4*10^2+5*10^1+6*10^0$$

ويستخدم النظام العشري في ترقيم عناوين أوامر برنامج المستخدم في بعض أجهزة التحكم المبرمج

١-٣-٢ نظام الأعداد الثنائية Binary Number

الأعداد الأساسية 0.1

الأساس 2

مثال :- حول العدد الثنائي $(10110110)_2$ لمكافئة العشري

$$Z=1*2^7+0*2^6+1*2^5+1*2^4+0*2^3+1*2^2+1*2^1+0*2^0=(182)_{10}$$

و تستخدم بعض أجهزة التحكم المبرمج نظام الأعداد الثنائي للتعامل مع الأعداد .

١-٣-٣ نظام الأعداد الثمانية Octal Numbers

الأعداد الأساسية 0,1,2,........... ....,7

الأساس 8

مثال :- حول العدد الثماني $(1763)_8$ لمكافئة العشري

$$Z=1*8^3+7*8^2+6*8^1+3*8^0=(1067)_{10}$$

وتستخدم الأعداد الثمانية لترقيم المداخل و المخارج و الأعلام لأجهزة التحكم المبرمج فمثلا إذا كان عدد مداخل جهاز تحكم مبرمج PLC's (24) مدخل و عدد مخارجه (16) مخرج وباعتبار أن I ترمز للمداخل ، Q ترمز للمخارج فإن المداخل و المخارج ترقم كالآتي :-

أولا المداخل :-

I0.0,I0.1,I0.2,.......................,I0.7
I1.0,I1.1,I1.2,.......................,I1.7
I2.0,I2.1,I2.2,.......................,I2.7

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

ثانيا المخارج :-

Q3.0,Q3.1,Q3.2,…………………,Q3.7
Q4.0,Q4.1,Q4.2,…………………,Q4.7

١-٣-٤ نظام الأعداد السداسية عشري Hexadecimal Number

الأعداد الأساسية 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

وفيما يلي المكافئ العشري للأعداد الأساسية الست الأخيرة

A=10 D=13
B=11 E=14
C=12 F=15

الأساس 16

مثال :- حول العدد السداسي عشر $(1A6)_{16}$ لمكافئة العشري

$$Z=1*16^2+A*16^1+6*16^0=(422)_{10}$$

وتستخدم بعض أجهزة التحكم المبرمج النظام السداسي عشر في عنونة أوامر برنامج التشغيل وكذلك للتعامل مع الأعداد .

١-٣-٥ الأعداد العشرية المكودة ثنائيا (BCD)

يمكن تمثيل الأعداد العشرية بأعداد حيث إنأي عدد عشري أساسي أي يتكون من خانة واحدة يمكن تمثيله بعدد ثنائي له أربع خانات .

مثال :- حول العدد العشري $(7493)_{10}$ لعدد عشري مكود ثنائيا

$$(7493)_{10}=(0111\ \ 0100\ \ 1001\ \ 0011)_{BCD}$$

حيث إن:-

0111=7 1001=9
0100=4 0011=3

وتستخدم بعض أجهزة التحكم المبرمج الأعداد العشرية المكودة ثنائيا في التعامل مع الأعداد

١-٣-٦ العمليات الحسابية للأعداد الثنائية

إن العمليات الحسابية المختلفة (الجمع و الطرح و الضرب والقسمة) على الأعداد الثنائية تشبه مثيلتها على الأعداد العشرية

أ–قواعد الجمع بالنظام الثنائي

	1	0	0
	+1	+1	+0
الناتج 0 والباقي	1 0	1	0

ب– قواعد الطرح بالنظام الثنائي

	0	1	1	0
	-1	-1	-0	-0
الناتج 1 بعد استعارة 1	11	0	1	0

ج– قواعد الضرب في النظام الثنائي

1	1	0	0
*1	*0	*1	*0
1	0	0	0

د – قواعد القسمة في النظام الثنائي

0/1=0
1/1=1

١–٤ الأنواع المختلفة للحاكمات

يوجد نوعان من الحاكمات المستخدمة في التحكم في العمليات الصناعية و ذلك تبعا لنظرية عملها و هما كما يلي :–

١ – حاكمات غير قابلة للبرمجة .

٢– حاكمات قابلة للبرمجة .

١–٤–١ الحاكمات غير القابلة للبرمجة

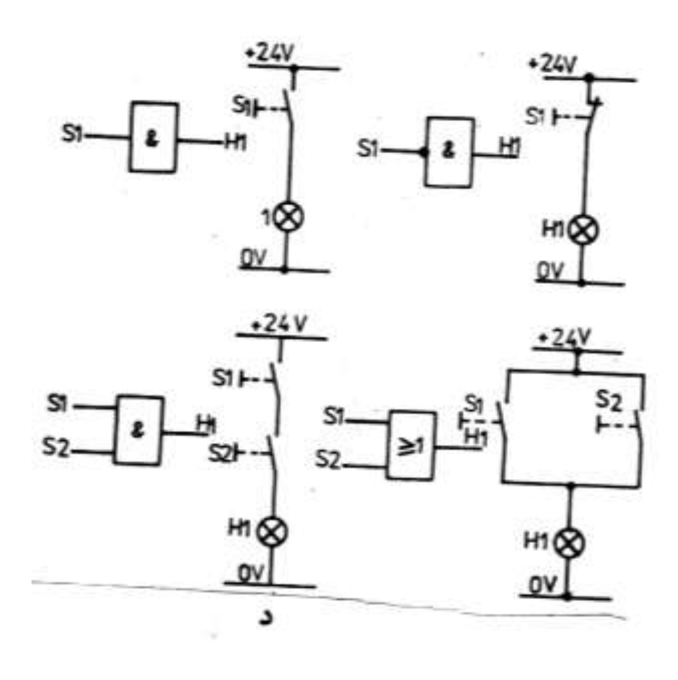
وهذه الحاكمات إما دوائر منطقيةLogic Circuits أو دوائر تحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية

أما دوائر التحكم المنطقية Electromagnetic Circuits فهي تتكون من عناصر إلكترونية توصل معا مثل البوابات المنطقية Logic Gates والقلابات Flip-Flops و العدادات Countersو المؤقتات الزمنية Timers ... الخ

أما دوائر التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية فتحتوي على الأجهزة التالية مفاتيح كهرومغناطيسية Electromagnetic Relays والمؤقتات الزمنية والعدادات ...الخ

و الشكل (١-٥) يبين البوابات المنطقية الأساسية و مكافئها من دوائر التحكم بالمفاتيح ففي الشكل (أ) فإن اللمبة H1 تساوي 1 إذا كانت حالة S1 تساوى 0 والعكس بالعكس ويمكن تمثيل ذلك ببوابة (NOT) مدخلها S1 و مخرجها H1 .

وفي الشكل (ب) فإن اللمبة H1 تضيء عند الضغط على الضاغط S1 وتنطفئ عند إعادة الضاغط S1لوضعه الطبيعي أي أن حالة H1 تكون 1 عندما تكون حالة S1 مساوية 1 والعكس بالعكس و يمكن تمثيل ذلك ببوابة (YES) مدخلها S1 ومخرجها H1 وفي الشكل جـ فإن اللمبة تضيء عند الضغط علي الضاغط S1 أو الضاغط S2أو كليهما أي أن حالة H1 تكون 1إذا كان حالة الضاغط S1 أو الضاغط S2أو كليهما يساوي 1ويمكن تمثيل ذلك ببوابة ORمداخلها S1,S2 و مخرجها H1 .

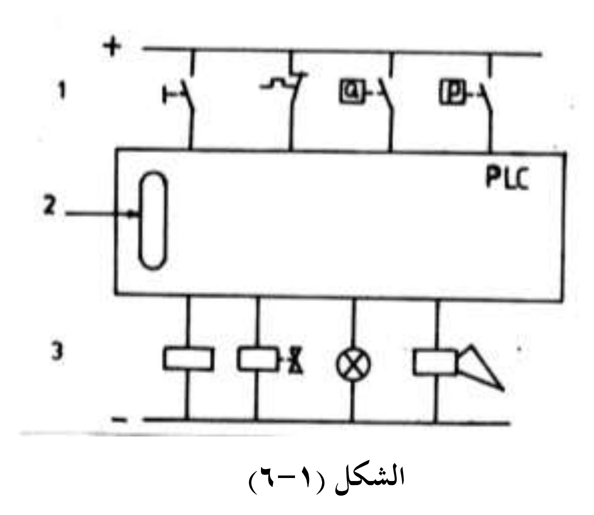


الشكل (١-٥)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

١-٤-٢ الحاكمات القابلة للبرمجة PLC'S

إن PLC هي اختصار Programlable Logic Controller أي جهاز التحكم المبرمج وأجهزة التحكم المبرمج هي أجهزة إلكترونية رقمية تستخدم ذاكرة قابلة للبرمجة لتخزين برنامج المستخدم و الذي يتكون من مجموعة من الأوامر لتحقيق وظائف معينة مثل البوابات المنطقية والمؤقتات الزمنية و العدادات والعمليات الحسابية والمنطقية ...الخ وذلك للتحكم في العمليات الصناعية وفي الشكل (١-٦) مخطط توضيحي لجهاز تحكم مبرمج وكما هو واضح من هذا الشكل أن جهاز التحكم المبرمج له عدة مداخل توصل مع أجهزة المداخل مثل الضواغط والمفاتيح ومفاتيح نهاية المشوار و المفاتيح التقاربية ومفاتيح العوامات ...الخ وله أيضا عدة مخارج توصل مع أجهزة المخارج مثل ملفات الكونتاكتورات Contactors ولمبات البيان و المحابس الكهربية والأبواق ...الخ وله أيضا مدخل لتوصيل جهاز البرمجة وذلك لإمكانية إدخال برنامج المستخدم حتى يستعرض ذاكرته الداخلية .



الشكل (١-٦)

محتويات الشكل (١-٦) :-

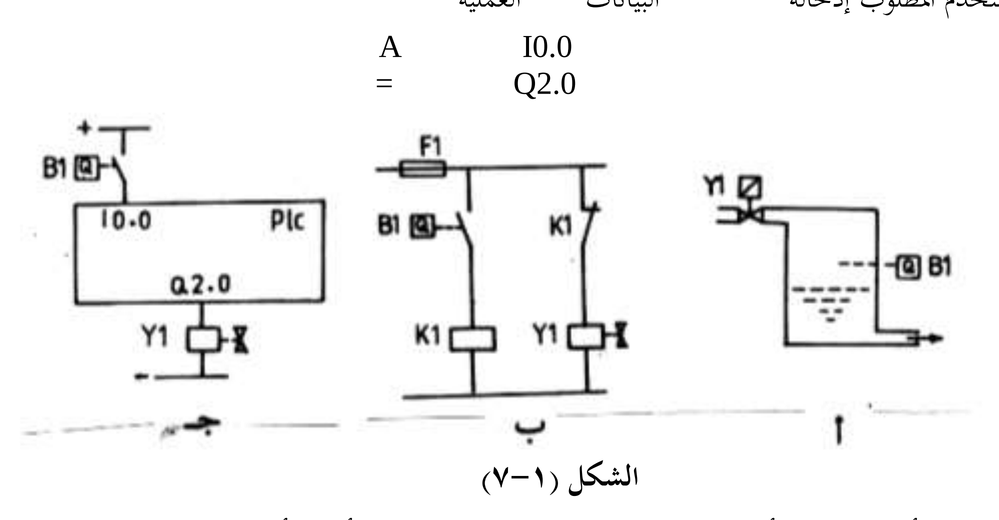
أجهزة المداخل	1
مكان توصيل كابل جهاز البرمجة	2
أجهزة المخارج	3
جهاز التحكم المبرمج	4

١–٤–٣ مقارنة بين الحاكمات القابلة للبرمجة ودوائر التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية

لمعرفة الفرق بين الحاكمات القابلة للبرمجة و دوائر التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية إليك المثال التالي المبين بالشكل (١–٧) .

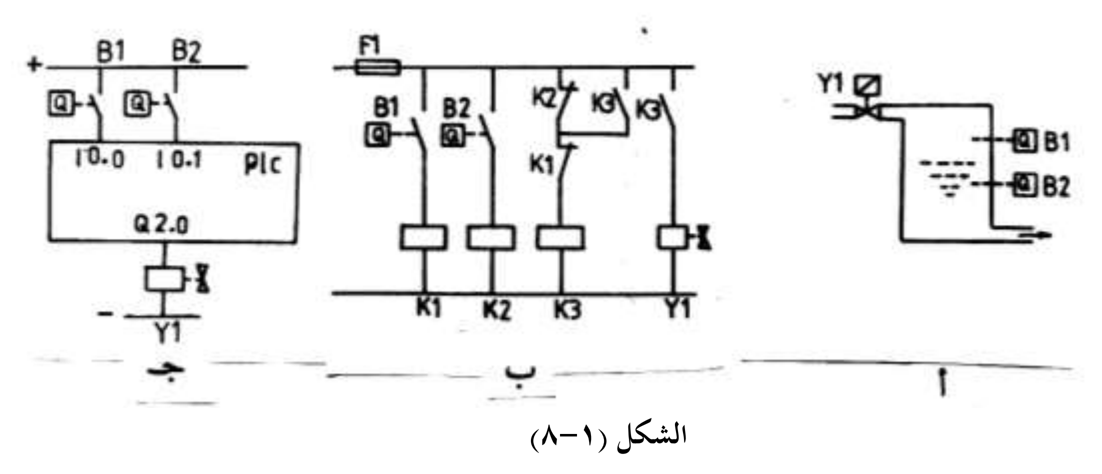
فالشكل (أ) يعرض المخطط التقني لعملية صناعية بسيطة تتلخص في أن المحبس الكهربي Y1 يفتح عندما يكون مستوى السائل في الخزان أقل من مستوى العوامة B1 وفى الشكل (ب) دائرة التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية والمستخدمة فى تحقيق الأداء المطلوب و فيما يلي قائمة الجمل البرنامج المستخدم المطلوب إدخاله

العملية	البيانات
A	I0.0
=	Q2.0



الشكل (١–٧)

ولو افترضنا أننا نود تعديل أداء العملية الصناعية و ذلك بإضافة عوامة أخرى أسفل الخزان كما هو مبين بالشكل (١–٨) .



الشكل (١-٨)

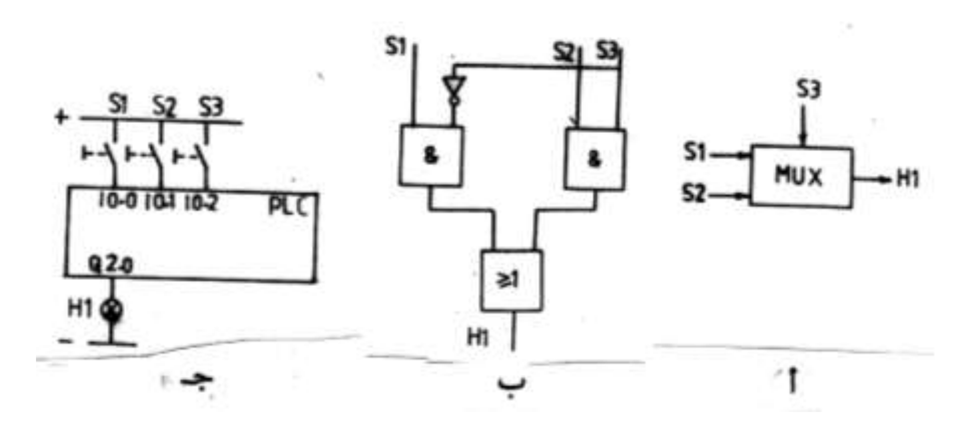
بحيث إنالمحبس Y1 لا يفتح إلا عندما ينخفض مستوى السائل في الخزان عن العوامة B2 ويستمر على هذا الحال إلى أن يمتلئ الخزان بالماء وصولا إلى العوامة B1 و لتحقيق هذا الأداء يلزم تعديل دائرة التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية السابقة لتصبح كما بالشكل (ب) في حين أنة عند استخدام جهاز تحكم مبرمج فإنه يتم تعديل مخطط التوصيل مع الجهاز ليصبح كما بالشكل (ج) ويعدل قائمة الجمل لبرنامج المستخدم المطلوب إدخاله لتصبح كما يلي :-

البيانات	العملية
	A(
I1.0	ON
Q2.0	O.
	)
I2.0	AN
Q2.0	=

ومن هذا المثال يتضح أنه لإجراء عملية التعديل عند استخدام دوائر التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية نحتاج لتعديل دائرة التحكم باستخدام مفتاحين كهرومغناطيسين K2,K3 بالإضافة إلى مفتاح العوامة B3 مع تعديل التوصيل ولكن عند استخدام جهاز التحكم المبرمج لم نحتاج إلا لتعديل البرامج فقط و لم نحتاج لتعديل مخطط التوصيل للجهاز سوى إضافة مفتاح عوامة يوصل بأحد مداخل جهاز التحكم المبرمج الغير مستخدمة ومن هذا يتضح مرونة أجهزة التحكم المبرمج عن دوائر المفاتيح الكهرومغناطيسية .

١–٤–٤ مقارنة بين الحاكمات المبرمجة والدوائر المنطقية

لمعرفة الفرق بين الحاكمات القابلة للبرمجة والدوائر المنطقية إليك المثال التالي المبين بالشكل(١–٩).



الشكل(١–٩)

الشكل (أ) يبين الرمز المنطقي لمنتخب بيانات Multiplexer بمدخلين S1,S2 و الشكل (ب)

يبين الدائرة المنطقية المكافئة و يقوم منتخب البيانات بإخراج حالة المدخل الذي عنوانه يحدد بحالة الإشارة القادمة من دخل العنوان S3 فمثلا إذا كانت الإشارة 0 فإن حالة المدخل S1 تنتقل إلى H1 فإذا كانت حالة المدخل S1 هي الحالة 0 فإن اللمبة H1 ستنطفيء و إذا كانت حالة المدخل S1 هي 1 فإن اللمبة H1 ستضيء أما إذا كانت الإشارة القادمة من S3 هي 1 فإن حالة المدخل S2 ستنتقل إلى H1 والجدول (١–١) يوضح ذلك .

الجدول (١–١)

العنوان S3	الخرج H1
0	S1
1	S2

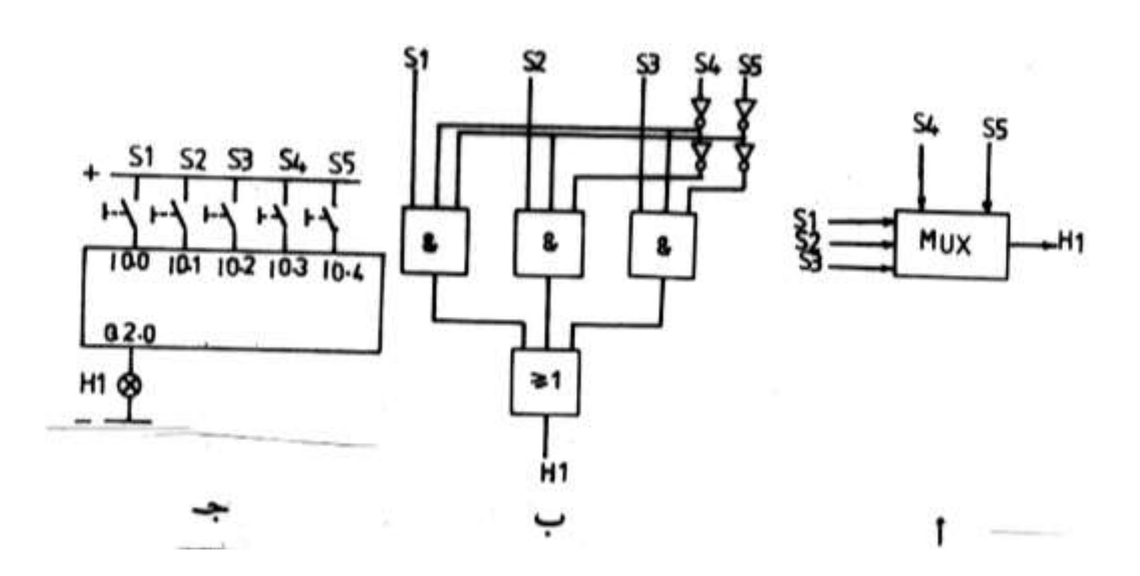
ويمكن تحقيق عمل منتخب البيانات باستخدام جهاز التحكم المبرمج و الشكل (ج) يوضح مخطط التوصيل بالجهاز وفيما يلي قائمة الجمل لبرنامج المستخدم المطلوب إدخاله .

العملية	البيانات
A	I 0.0
AN	I 0.2

O	
A	I 0.3
A	I 0.2
=	Q 2.0

فإذا احتجنا لتعديل عدد مداخل منتخب البيانات ليصبحوا ثلاثة مداخل بدلا من مدخلين فإن هذا يلزمه تعديل في الدائرة المنطقية كما هو مبين بالشكل (١-١٠) .

ففي الشكل (أ) الرمز المنطقي لمنتخب بيانات بثلاثة مداخل وفي الشكل (ب) الدائرة المنطقية المكافئة وفي الشكل (ج) مخطط التوصيل مع جهاز PLC .



الشكل (١-١٠)

وفيما يلي قائمة الجمل لبرنامج المستخدم المطلوب إدخاله .

العملية	البيانات
A	I 0.0
AN	I 0.3
AN	I 0.4
O	
A	I 0.1
A	I 0.3
AN	I 0.4

```
O
A     I 0.2
AN    I 0.3
A     I 0.4
=     Q 2.0
```

وفي هذا المثال يلاحظ أنة لبناء منتخب بيانات بمدخلين احتجنا لأربعة بوابات منطقية و لتعديل منتخب البيانات ليصبح بثلاث مداخل بدلا من مدخلين احتجنا لثماني بوابات بدلا من أربع مع تعديل مخطط التوصيل كليا أما عند استخدام جهاز PLC لم نحتاج إلا لتعديل البرنامج ولم نحتاج لتعديل مخطط التوصيل لجهاز PLC سوى زيادة عدد المداخل وهو مطلوب أيضا في الدائرة المنطقية ومن هنا يتضح مرونة أجهزة التحكم المبرمج في التحكم عن الدوائر المنطقية .

١-٤-٥ مميزات أجهزة التحكم المبرمج

هناك الكثير من المميزات نذكر منها ما يلي :-

١- **التحكم المرن** :- والمقصود بالتحكم المرن هو سهولة تغيير أداء العمليات الصناعية لمواكبة أي توسعات و ذلك بتعديل برنامج التشغيل و ذلك موضح بالتفصيل في الفقرة ١-٤-٣ والفقرة ١-٤-٤ .

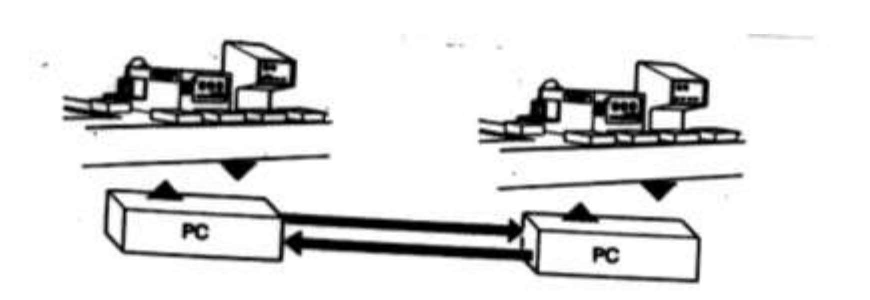
٢-**الصيانة واكتشاف الأعطال** :- إن أجهزة التحكم المبرمج هي أجهزة إلكترونية لذلك فهي لا تحتاج لصيانة و هي معدة لإعطاء بيان عن أعطالها تماما مثل أجهزة الحاسبات .

٣-**صغر الحجم مع إمكانياتها العالية** :- إن أجهزة التحكم المبرمج صغيرة جدا مقارنة بالأنواع الأخرى من الحاكمات . فيمكن القول أن أجهزة التحكم المبرمج أبعاده 30*20*15 cm يمكن أن يحل محل 400 مفتاح كهرومغناطيسي ، 30 عداد ، 30 مؤقت بالإضافة إلى قدراته العالية للقيام بالعمليات الحسابية والمنطقية و المقارنة ...الخ .

٤- **خصائصها لا تتوفر في أجهزة الحاسبات المعتادة** :- إن أجهزة التحكم المبرمج معدة للعمل في البيئة الصناعية التي تتميز باختلاف كبير في درجات الحرارة والرطوبة ووجود ضوضاء عالية و اهتزازات شديدة و كذلك فهي مصممة علي أن يقوم بتركيبها و برمجتها مهندس الموقع مثل المهندسين الكهربائيين الذين ليس لدهم مهارات خاصة بالإلكترونيات الرقمية ولا علوم الحاسب

٥- **يمكن أن تعمل داخل شبكة** :- يمكن استخدام مجموعة من أجهزة التحكم المبرمج للتحكم في الماكينات المختلفة المكونة لخطوط الإنتاج ثم الربط بين هذه الأجهزة بواسطة شبكة محلية LAN يتم من خلالها تبادل البيانات اللازمة للتشغيل و الشكل (١-١١) يبين خطي إنتاج يتم

التحكم في كلا منهما بجهاز تحكم مبرمج PC و يتم تبادل البيانات بين جهازي التحكم المبرمج من خلال شبكة اتصالات محلية .

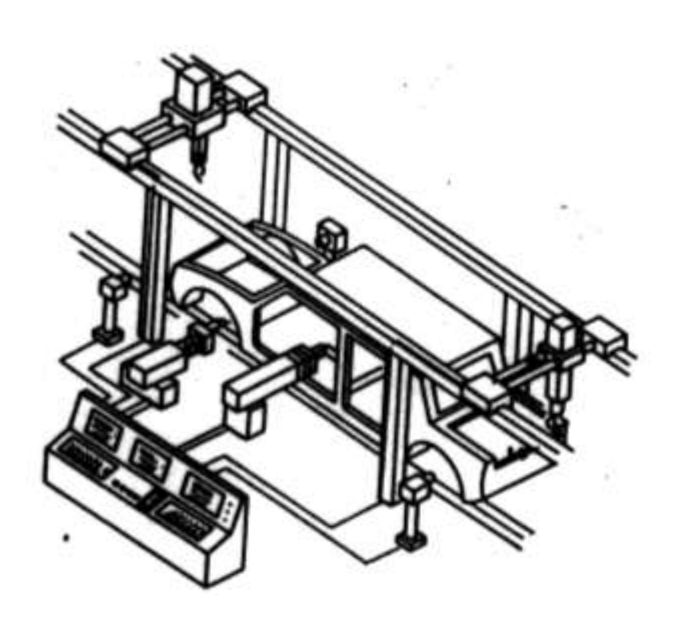


الشكل (١-١١)

١-٤-٦ استخدام أجهزة التحكم المبرمج

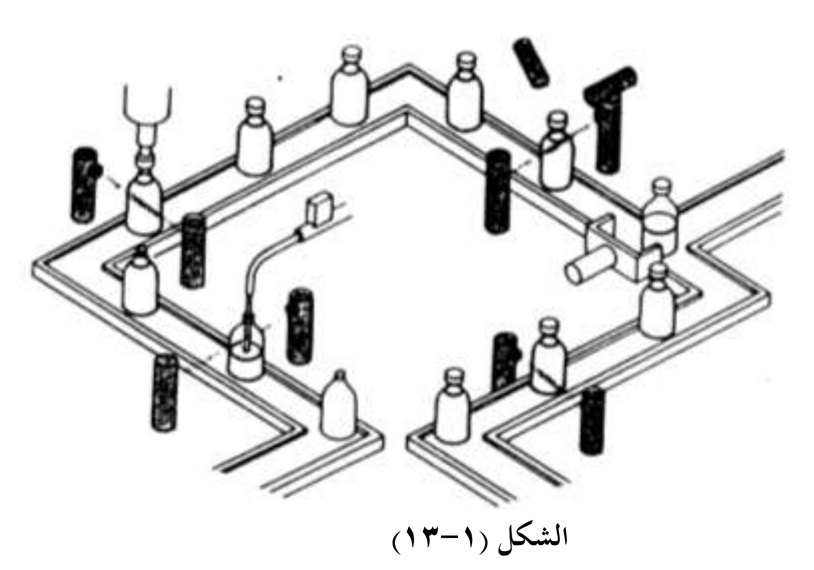
شملت استخدامات أجهزة التحكم المبرمج جميع ميادين الصناعة تقريبا على سبيل المثال صناعة الزجاج و الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية و صناعة الحديد والصلب وصناعة الورق وصناعة الأغذية والأدوية و صناعة السيارات ومحطات توليد الكهرباء ...الخ .

والشكل (١-١٢) يعرض مخطط توضيحي لوحدة لحام أتوماتيكية تستخدم في أحد مصانع السيارات ويمكن التحكم فيها بواسطة جهاز تحكم مبرمج PLC .



الشكل(١-١٢)

والشكل (١-١٣) يعرض مخطط توضيحي لوحدة تعبئة قارورات في أحد مصانع الأدوية تستخدم



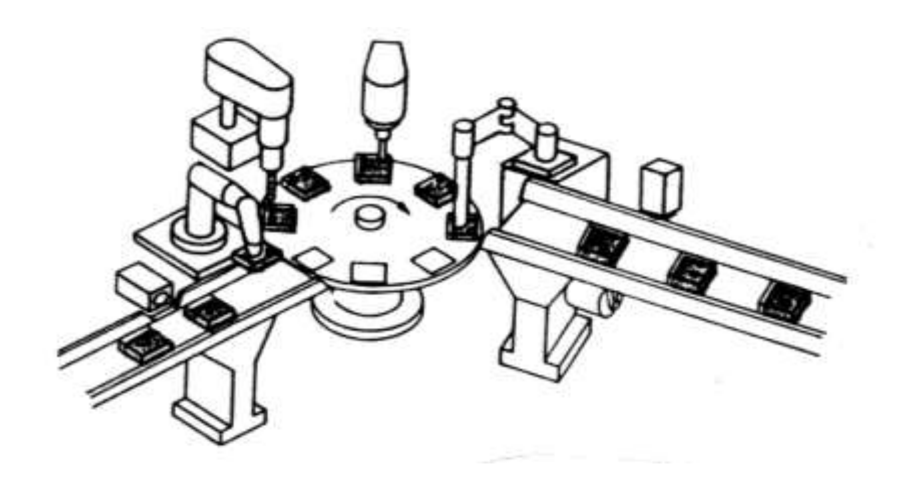
الشكل (١-١٣)

جهاز تحكم مبرمج حيث يتم في هذه الوحدة عدة عمليات مثل تحديد مواقع Detection وفحص Inspectionومراقبة Monitoring وعد Counting وإعطاء تقارير Documentation .

والشكل (١-١٤) يعرض مخطط توضيحي لطاولة تقسيم Indexing في أحد الورش تستخدم

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

جهاز تحكم مبرمج .



الشكل (١-١٤)

١-٥ تركيب أجهزة التحكم المبرمج

يتركب جهاز التحكم المبرمج PLC من :-

١- معالج العمليات الحسابية CPU .

٢- وحدات ربط المداخل الرقمية Digital Input Interface .

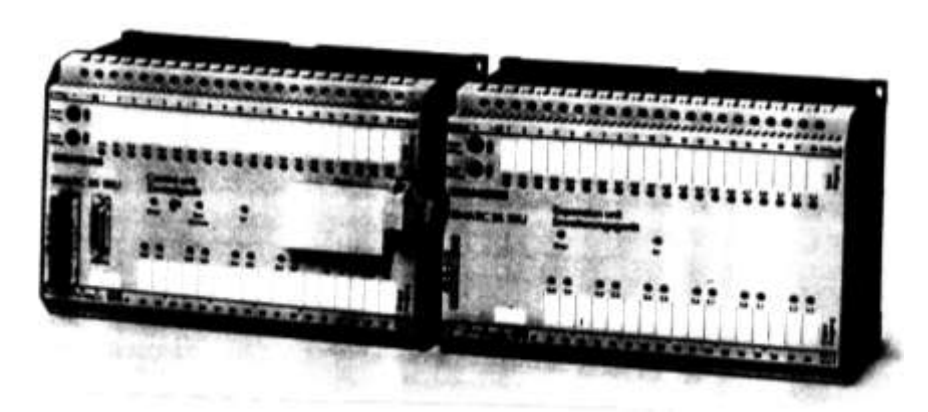
٣- وحدات ربط المداخل التناظرية Analog Input Interface .

٤- وحدات ربط المخارج الرقمية Digital Output Interface .

٥- وحدات ربط المخارج التناظرية Analog Output Interface .

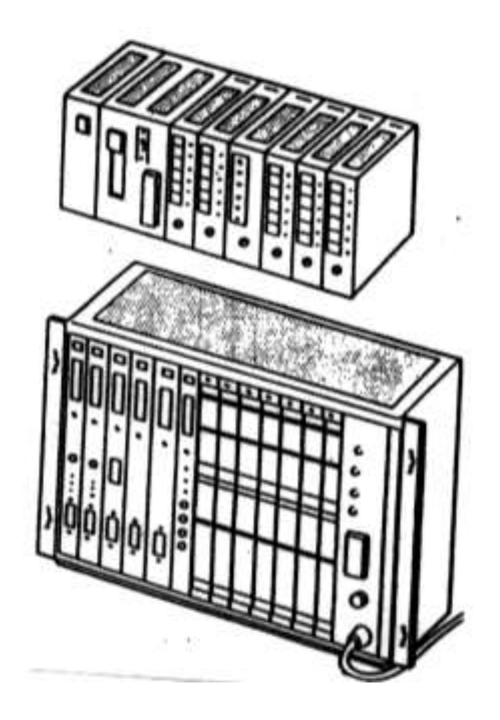
و يوجد نوعان من أجهزة التحكم المبرمج وهما :-

النوع الأول :- هي أجهزة التحكم المبرمج المتكاملة Compact type حيث توجد جميع العناصر السابقة في غلاف واحد و تستخدم هذه الأجهزة للتحكم في العمليات الصناعية الصغيرة والشكل (١-١٥) يعرض نموذج لجهاز تحكم مبرمج متكامل من صناعة شركة Siemens طراز S5- 101U وموصل معه وحدة توسعه Expansion type لزيادة عدد المداخل والمخارج فالجهاز الأساسي Control unit (الأيسر) يحتوي على 12 مدخل و 20 مخرج رقمي .



الشكل (١-١٥)

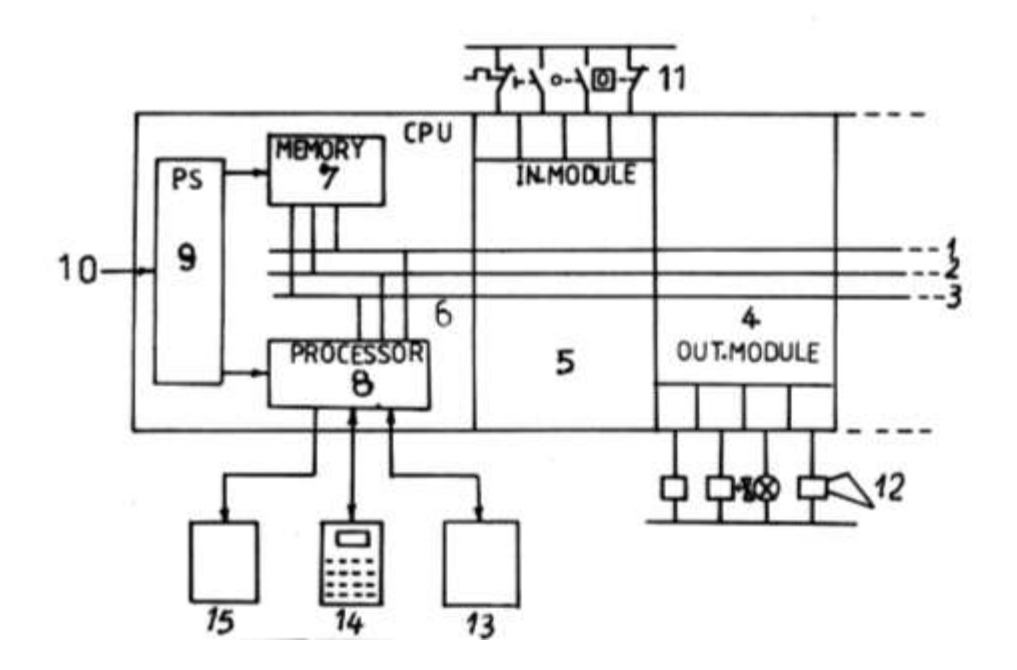
النوع الثاني:- أجهزة تحكم مبرمج مجزأة Moduled Type حيث يخصص غلاف لكل عنصر من العناصر المكونة لجهاز التحكم المبرمج و يسمى Module فيوجد موديول لمصدر القدرة Power Supply وموديول لوحدة المعالجة المركزية CPU وموديول مداخل رقمية Digital Input وموديول مخارج رقمية Digital Output وموديول مداخل تناظرية Analog Input وموديول مخارج تناظرية Analog Output بالإضافة إلى مجموعة من موديولات الوظائف الخارجية مثل موديول عداد خارجي وموديول مؤقت خارجي و موديول أعطال خارجي وموديول طابعة ...الخ و الشكل (١-١٦) يعرض نموذجين توضيحين لأجهزة التحكم المبرمج المجزأة .



الشكل (١-١٦)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

وفي الشكل (١-١٧) مخطط مبسط يبين تركيب أجهزة التحكم المبرمج بصفة عامة .



الشكل (١-١٧)

حيث إن:-

الوصف	الرقم
مسار جهد +9V	1
مسار الأرضي GND	2
مسار البيانات DATA	3
وحدة ربط المخارج الرقمية	4
وحدة ربط المداخل الرقمية	5
وحده المعالجة المركزية	6
الذاكرة الداخلية	7
المعالج	8
مصدر القدرة	9
المصدر الكهربي	10
أجهزة مداخل رقمية	11
أجهزة مخارج رقمية	12
ذاكرة خارجية	13
وحدة البرمجة	14
طابعة	15

والشكل (١-١٨) يبين مخطط توضيحي لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل مزود بعدد 2بايت

مداخل وهم:- I 0.0 , I 0.1, ...I 0.7

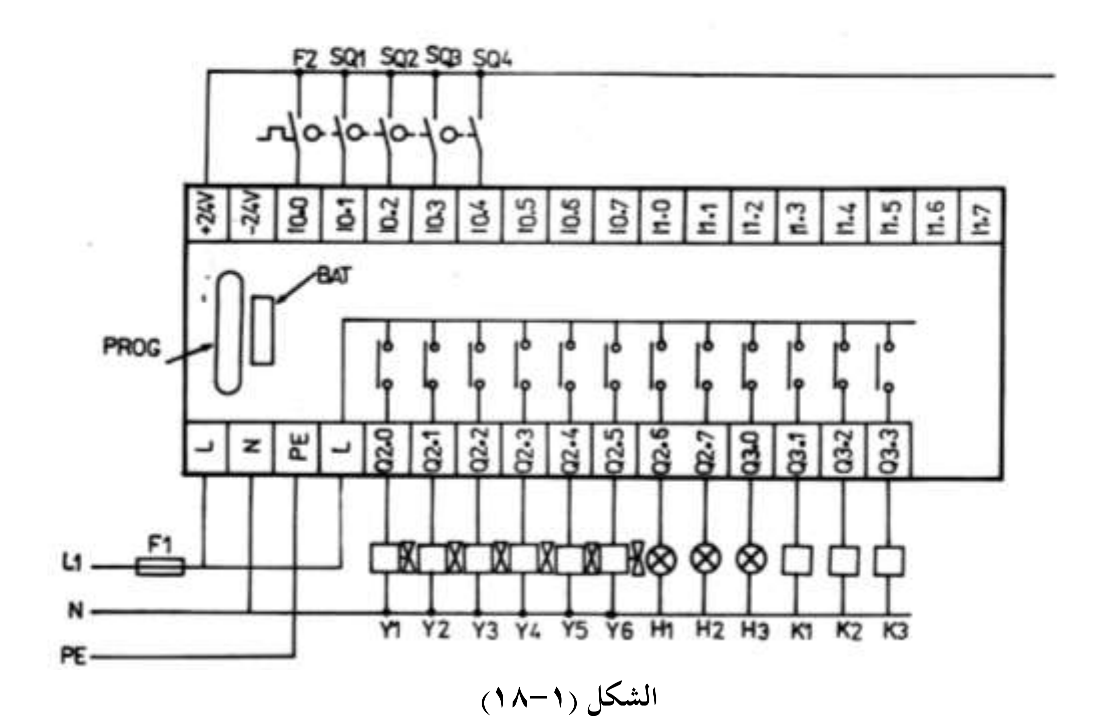
I1.0 , I 1.1 , ...I 1.7

I 2.0 , I 2.1 , ...I 2.7

و عدد بايتين مخارج رقمية و هم :-

Q3.0 ,Q3.1 ,...........................,Q3.7

Q4.0 ,Q4.1 ,............................,Q4.7



الشكل (١-١٨)

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح أجهزة المداخل الرقمية Input Devices بمداخل الجهاز حيث يتم تغذيتها بجهد +24V من مصدر جهد داخلي بالجهاز وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المخارج الرقمية Output Devices بمخارج الجهاز كذلك طريقة تغذيه الجهاز بمصدر جهد 220V متردد .

١-٥-١ معالج العمليات المركزية CPU

يتكون معالج العمليات المركزية CPU من ثلاثة عناصر وهم :-

أ- الذاكرة Memory

ب-المعالج Processor

ج- مصدر القدرة Power Supply

علما بأن بعض الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج تفصل مصدر القدرة عن معالج العمليات المركزية CPU .

أولا الذاكرة الداخلية

تصنع ذاكرة أجهزة التحكم المبرمج الداخلية من شرائح أشباه الموصلات Semi Conductors Chips وهناك نوعان من أشباه الموصلات المكونة للذاكرة الداخلية للجهاز التحكم المبرمج وهما:-

١-ذاكرة القراءة العشوائية ROM :-

ويخزن في هذه الذاكرة نظام التشغيل لجهاز التحكم المبرمج وهذه الذاكرة لا يستطيع المستخدم الوصول إلى محتوياتها كما أن هذه الذاكرة تحتفظ بمحتوياته تحت أي ظروف .

٢-ذاكرة القراءة و الكتابة العشوائية RAM:-

وهذه الذاكرة تفقد محتوياتها إذا انقطع مصدر التيار الكهربي عنها و يمكن الاحتفاظ بمحتوياتها عند انقطاع مصدر التيار الكهربي عنها باستخدام بطارية لها مكان معد في أجهزة التحكم المبرمج .

وتقاس سعة أجهزة التحكم المبرمج بسعة RAM لها فإذا كانت سعة جهاز تحكم مبرمج 1KB يعني هذا أن سعة ذاكرة RAM له 1024 B و يخزن في ذاكرة RAM حالة المداخل والمخارج اللحظية والقيمة الجارية للمؤقتات والعدادات وحالة وحدات الذاكرة الداخلية Flags

و الشكل (١-١٩) يبين محتويات الذاكرة الداخلية و يلاحظ أن الذاكرة الداخلية تقسم إلى عدة أقسام لتخزين حالات كلا من :-

١-المداخل الرقمية

٢-المدخل التناظرية

٣-المخارج الرقمية

٤-المخارج التناظرية

٥-القيمة الجارية للمؤقتات

٦-القيمة لجارية للعدادات

٧-حالة الأعلام

٨-برنامج التشغيل .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

حالة المداخل الرقمية
حالة المداخل التناظرية
القيمة الجارية للمؤقتات
القيمة الجارية للعدادات
حالة الأعلام
برنامج التشغيل
بيانات النظام

الشكل (١-١٩)

ثانيا المعالج Processor

يصنع المعالج من شرائح أشباه الموصلات و يقوم المعالج بالتحكم في تنفيذ برنامج المستخدم آخذا في الاعتبار حالة المداخل اللحظية و كذلك القيمة الجارية للمؤقتات الزمنية و العدادات و كذلك حالة الأعلام ثم إعطاء أوامر تشغيل المخارج والتي تستقر في المساحة المخصصة لحالة المخارج اللحظية في الذاكرة الداخلية RAM ومنها الي وحدة ربط المخارج ثم الي أجهزة المخارج و سيتضح وظيفة المعالج عند دراسة دورة التشغيل في الفقرة (١-٧)

والشكل (١-٢٠) يعرض صورة لشريحة المعالج 8088 بعد نزعها من جهاز PLC .

أما الشكل (١-٢١) فيعرض موديول وحدة معالجة مركزية طراز 103 CPU من إنتاج شركة Siemens **وفيما يلي أهم مواصفاته الفنية :-**

سعة الذاكرة الداخلية RAM

10240 جملة الذاكرات الخارجية التي تستخدم معها EPROM / EEPROM

زمن تنفيذ العمليات الثنائية 1.6µs

زمن تنفيذ عمليات الكلمات 125µs



الشكل (١-٢٠)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



زمن المسح 500ms

عـدد الأعـلام المتاحـة 2560عـدد

المؤقتات المتاحة 128عدد العدادات

المتاحة 128عدد المداخل والمخارج

الرقمية المتاحة

256

عدد المداخل والمخارج التناظرية المتاحة

32

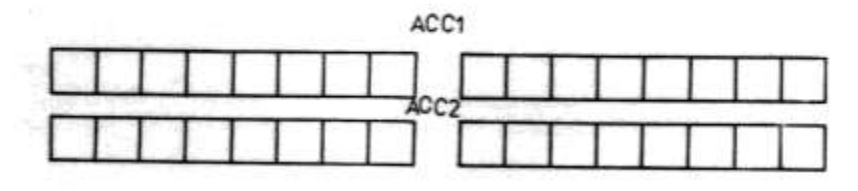
جهد المصدر +24 V

التيار المستهلك 1A

نوع البطارية المستخدمة معه ليثيوم

الشكل (١-٢١)

ويحتوي CPU علي مركمين 2 Accumulators كـلا منهما يتكون من 16 خانة و هما يستخدما في إجراء العمليات الحسابية و المنطقية و المقارنة والنقل و التحميل و الشكل (١-٢٢) يبين مركمي جهاز التحكم المبرمج و كذلك يحتوي CPU علي أربعة مسجلات Condition Registers وهما كما يلي :-



الشكل (١-٢٢)

١-مسـجل حالة العمليـات الثنائيـة RLO :- ويخزن فيه نتيجة العملية الثنائية Binary Operation.

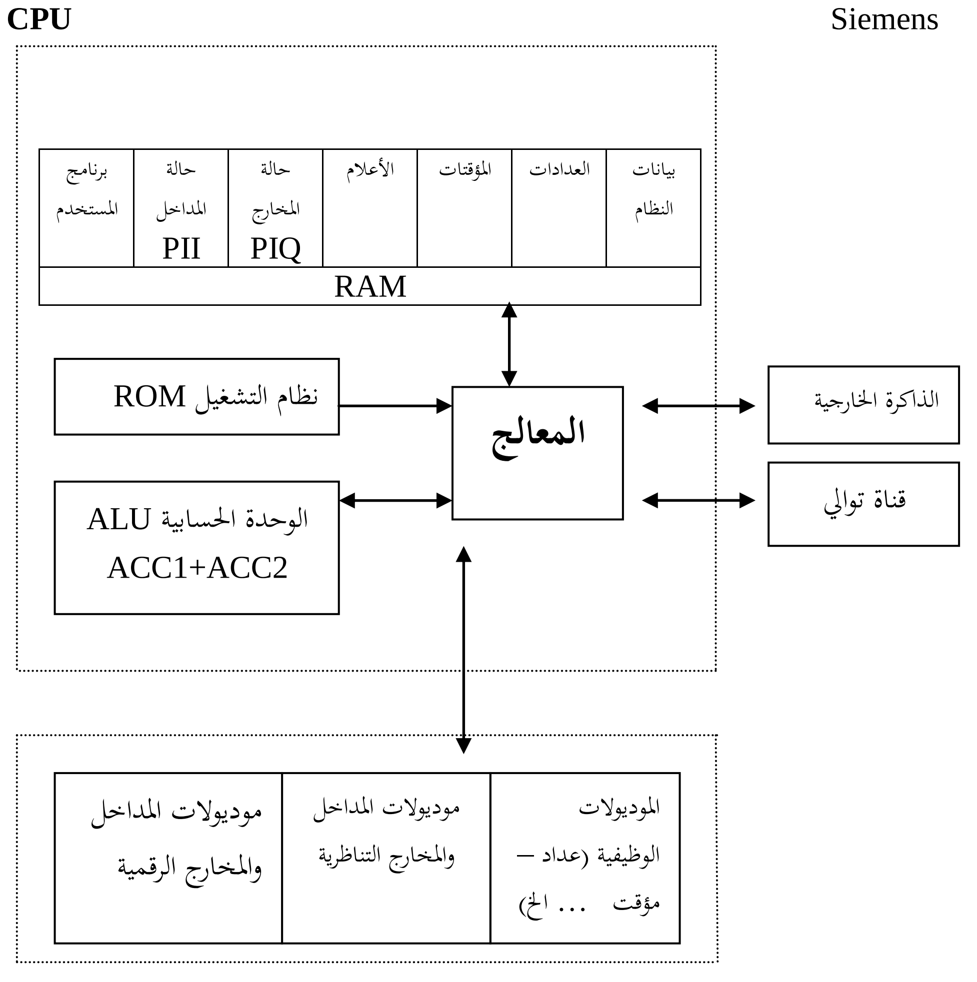
٢-مسـجل الحالة الموجبة CC1 :- وتكون حالته 1 عندما تكون نتيجة العملية الحسابية أو الإزاحة أو التحويل موجبة .

٣-مسـجل الحالة السالبة CC0 :- وتكون حالته 1 عندما تكون نتيجة العملية الحسابية أو الإزاحة أو التحويل سالبة .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٤–**مسجل العمر OVF** :– وتكون حالته 1 عندما يكون هناك باقي بعد إجراء العملية الحسابية أو الإزاحة أو التحويل .

والشكل (١–٢٣) يبين مخطط الوظيفة لجهاز التحكم المبرمج SS-100U من إنتاج شركة Siemens



الشكل (١–٢٣)

١–٥–٢ وحدة ربط المداخل الرقمية Digital Input Interface

وهذه الوحدة مسئولة عن جهد الإشارات القادمة من أجهزة المداخل لتتناسب مع جهد التشغيل لـ CPU والذي يساوي 9V+ و الشكل (١–٢٤) يعرض موديول مداخل رقمية من إنتاج شركة Siemens.

و فيما يلي أهم مواصفاته الفنية :–

عدد المداخل المتاحة	8
جهد المصدر	+24 V
جهد الإشارة العالية	13:33 V
جهد الإشارة المنخفضة	0:5 V

أما الشكل (١-٢٥) فيوضح فكرة عمل موديول ربط المداخل

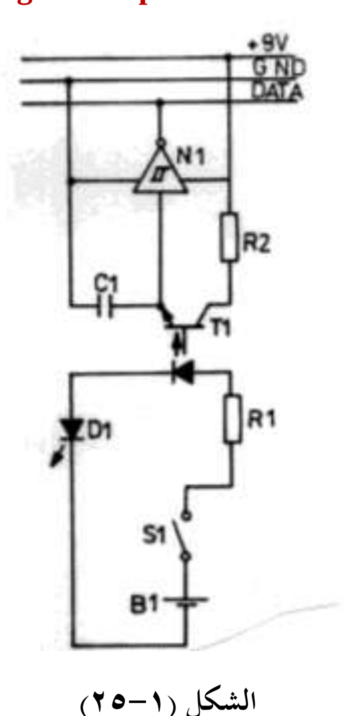
الرقمية فعندما تغلق ريشة جهاز المداخل الرقمية S1 يضيء الدايود الضوئي D1 للدلالة على وصول إشارة عالية وكذلك يضيء الدايود الضوئي D2 فيتحول الترانزيستور الضوئي T1 لحالة الوصل وتصل نبضة عالية عبر بوابة النفي لشميت N1 إلى مسار البيانات DATA لتصل إلى CPU الموصل مع نفس المسار .

الشكل (١-٢٤)

١-٥-٣ وحدة ربط المخارج الرقمية

Digital Output Module

و هي الوحدة المسئولة عن تهيئة جهد الإشارات القادمة من CPU حتى يناسب عمل أجهزة المخارج الرقمية مثل الكونتاكتورات أو لمبات البيان أو الصمامات الكهربية أو الصمامات الإتجاهية أو الأبواق .



الشكل (١-٢٥)

والشكل (١-٢٦) يعرض موديول مخارج رقمية من إنتاج شركة Siemens .

أهم مواصفاته الفنية :-

عدد المخارج المتاحة 8

جهد المصدر +24 V

جهد الخرج العالي +24 V

جهد الخرج المنخفض +4.8 V

أقصى تردد للوصل و الفصل 100 HZ

أقصى تيار مسحوب من أجهزة المخرج كلها 4A

تيار الخرج الأقصى للمخرج الواحد 1A

لا يوجد حماية ضد القصر على المخارج

نوعية الخرج ترانزيستور والجدير بالذكر أنة يوجد ثلاثة أنواع لمخارج وحدات الربط الرقمية وهم :-

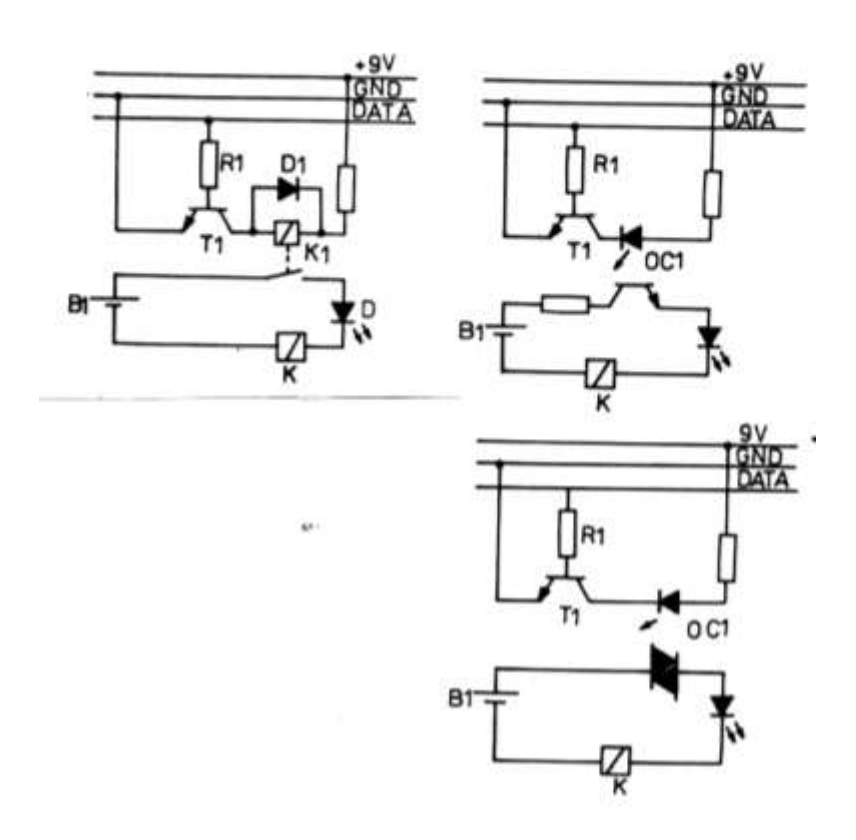
١-خرج على مفتاح كهرومغناطيسي (ريلاي) Relay

٢-خرج على ترانزستور Transistor

٣-خرج على ترياك Triac

الشكل (١-٢٦)

والشكل (١-٢٧) يبين فكرة عمل وحدات ربط المخارج التي خرجها ريلاي (الشكل أ) والتي خرجها ترانزستور (الشكل ب) والتي خرجها ترياك (الشكل جـ) علما بأن وحدات ربط المخارج التي خرجها على ريلاي تستخدم عند عدم الحاجة لسرعات عالية عند الوصل والفصل مع أجهزة المخارج التي تحتاج لتيارات عالية ووحدات ربط المخارج التي خرجها ترانزستور تستخدم عند الحاجة لسرعات عالية و تيارات منخفضة و وحدات ربط المخارج التي خرجها ترياك تستخدم عند الحاجة لسر عات عالية و تيارات عالية .



الشكل (١-٢٧)

١-٥-٤ وحدة ربط المداخل التناظرية   Analog Input Interface

يوجد ثلاثة أنواع من وحدات ربط المداخل التناظرية وهم كما يلي :-

١-وحدات مداخل تناظرية تعمل بإشارات تيار 0: 20 mA

٢-وحدات داخل تناظرية تعمل بإشارات جهد 0:1 V أو 0:10 V

٣-وحدات مداخل تناظرية تعمل بمقاومات متغيرة 0:100 kΩ

ففي حالة الحاكمات القابلة للبرمجة أو المجزأة فانه يتم اختيار موديولات ربط المداخل التناظرية تبعا لنوعية المجسات Tranceduser المستخدمة في العملية الصناعية حيث تتواجد المجسات في ثلاثة صور وهم :-

١-مجسات تيار وهي تعطي تيار يتراوح ما بين (0:20 mA)

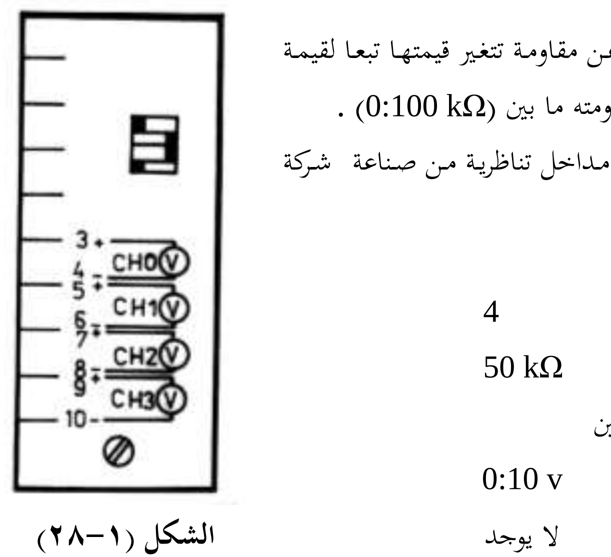
٢-مجسات جهد وهي تعطي جهد (0:10 V) أو (0:1 V) أو (0: 5V)

٣-محسات غير فعالة وهي عبارة عن مقاومة تتغير قيمتها تبعا لقيمة الكمية المقاسة و منها ما تتراوح مقاومته ما بين (0:100 kΩ) .

والشكل (١-٢٨) يعرض موديول مداخل تناظرية من صناعة شركة Siemens

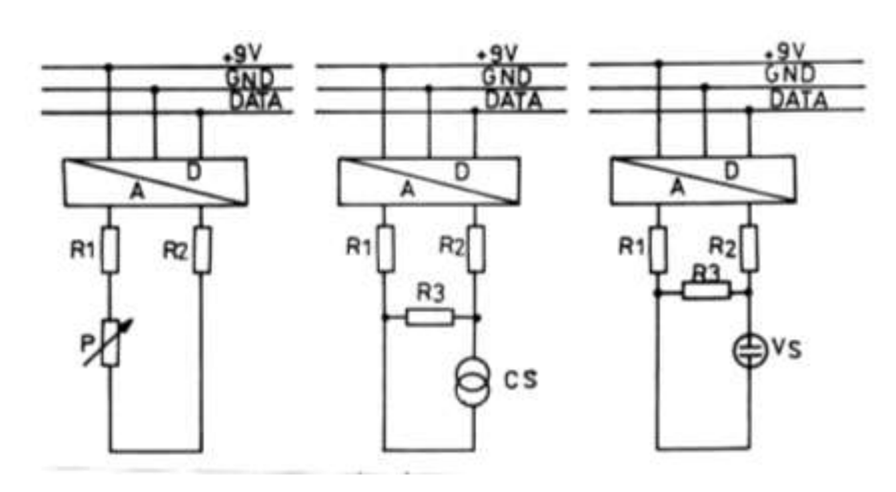
أهم المواصفات الفنية :-

عدد المداخل	4
مقاومة الدخل	50 kΩ
يتم توصيل الملفات عن طريق موصلين	
جهد الدخل المسموح به لكل قناة	0:10 v
جهد المصدر الكهربي	لا يوجد



الشكل (١-٢٨)

و الشكل (١-٢٩) يبين فكرة عمل الأنواع المختلفة لوحدات ربط المداخل التناظرية و التي تغذي بإشارة جهد (الشكل أ) وإشارة تيار (الشكل ب) و بمقاومة متغيرة (الشكل جـ) علما بأن كلا منهم تحتوي علي وحدة تحويل إشارات تناظرية إلى رقمية D / A لتحويل إشارات الدخل التناظرية إلى إشارة رقمية تناسب وحدة CPU .



الشكل (١-٢٩)

١-٥-٥ وحدات ربط المخارج التناظرية Analog Output Interface

يوجد نوعان من وحدات ربط المخارج التناظرية و هم كما يلي :-

١–وحدات ربط مخارج تناظرية لها تيار خرج يتراوح ما بي (0:20 mA)

٢–وحدات ربط مخارج تناظرية لها جهد خرج يتراوح ما بي (0:10 V)

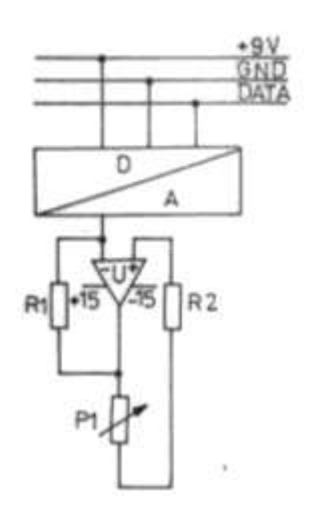
ففي حالة الحاكمات القابلة للبرمجة و المجزأة فإنه يتم اختيار موديول المخارج التناظرية تبعا لنوعية أجهزة المخارج التناظرية المستخدمة فإذا كانت تعمل بإشارة تيار من (0:20 mA) يتم اختيار النوع الأول وإذا كانت تعمل بإشارة جهد من (0:10 V) يتم اختيار النوع الثاني وهكذا .

والشكل (١–٣٠) يعرض نموذج لموديول مخارج تناظري بقناتين خرج من(1 :5 V) من إنتاج شركة Siemens وفي ما يلي أهم المواصفات الفنية :–

عدد قنوات الخرج	2 قناة
مقاومة الحمل الصغرى	3.3 KΩ
عدد أطراف الحمل	2 أو 4
يوجد حماية من القصر	
جهد المصدر الكهربي	+24 V
جهد الخرج لكل قناة	(0:+5 V)
تيار القصر	30 mA

الشكل (١–٣٠)

والشكل (١–٣١) يبين فكرة عمل وحدة ربط المخارج التناظرية علما بأنها تحتوي على وحدة تحويل من إشارات رقمية /تناظرية D/A لتحويل إشارات الخرج الرقمية لوحدة CPU إلى إشارة تناظرية تناسب الحمل .



الشكل (١-٣١)

١-٥-٦ وحدة مسارات الاتصالات Communication Busunit

وتقوم هذه الوحدة بتوفير مسارات الاتصالات اللازمة بين معالج البيانات المركزية CPU ووحدات ربط المداخل والمخارج الرقمية والتناظرية

وتوفر هذه الوحدات ثلاثة أنواع مختلفة لمسارات الاتصالات وهم :-

١-مسار البيانات Data Bus

٢-مسار العنوان Address Bus

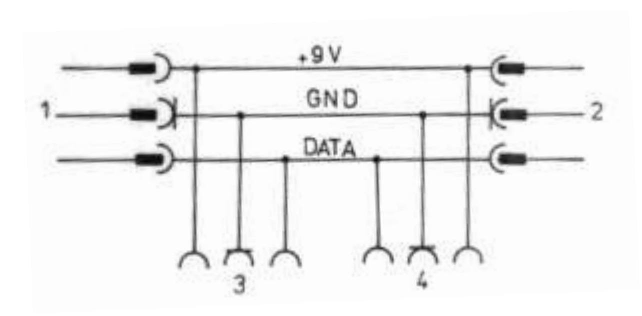
٣-مسار التحكم Control Bus

وفي حالة أجهزة التحكم المبرمج المجزأة فإن وحدات مسارات الاتصالات توصل تتابعيا مع موديول CPU ثم يتم تركيب موديولات المداخل والمخارج المختلفة فوق وحدات مسار الاتصالات فمثلا شركة Siemens تصنع وحدة مسار اتصالات لأجهزة التحكم المبرمج طراز S5-100u S5-102u , S5-103u, توفر مسارات الاتصالات لموديولين مختلفين سواء مداخل أو مخارج رقمية أو تناظرية أو غيرهما كما بالشكل (١-٣٢) حيث إن:-

توصل بوحدة مسار الاتصالات السابقة 1

توصل بوحدة مسار الاتصالات التالية 2

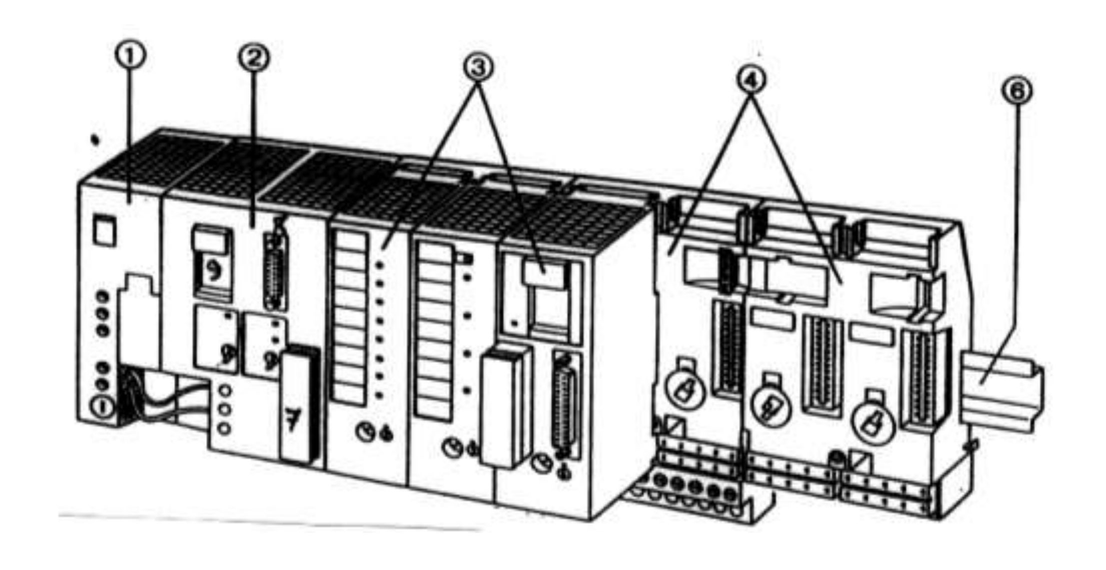
مقابس وضع الموديولات 3.4



الشكل (١-٣٢)

والشكل (١-٣٣) يعرض نموذج لجهاز تحكم مبرمج مجزأ طراز S5-100u من إنتاج شركة Siemens حيث إن:-

- مصدر القدرة 1
- وحدة المعالجة المركزية CPU 2
- موديولات مداخل و مخارج وموديول طابعة 3
- وحدة مسارات الاتصالات 4
- قضبان أو ميجا تثبت فوقها الموديولات 6
- وحدة ذاكرة خارجية 7
- مكان توصيل كابل وحدة البرمجة 8
- مكان وضع بطارية ليثيوم 9



الشكل (١-٣٣)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

١-٦ مبدأ عمل أجهزة التحكم المبرمج

سنتناول في هذه الفقرة طريقة تنفيذ CPU لبرنامج التشغيل وكذلك زمن استجابة جهاز التحكم المبرمج .

أولا تنفيذ برنامج التشغيل

لتنفيذ برنامج التشغيل الموجود في RAM تقوم وحدة المعالجة المركزية CPU بإجراء العمليات الآتية :-

١-عند بدأ تشغيل جهاز PLC تمسح حالة المخارج في الذاكرة لتصبح 0 .

٢-تنقل حالة المداخل الحقيقية من أجهزة المداخل إلى المساحة المخصصة لها في RAM في صورة 0 أو 1 .

٣-ينفذ برنامج التشغيل خطوة خطوة مع الأخذ في الاعتبار حالة المداخل المخزنة في الذاكرة وليست اللحظية و كذلك حالة وحدات الذاكرة و القيم الجارية للمؤقتات الزمنية و العدادات ...الخ وتنقل نتائج تنفيذ البرنامج إلى المساحة المخصصة لحالة المخارج في الذاكرة .

٤-تنقل حالة المخارج من الذاكرة إلي المخارج الفعلية .

٥-تكرر الخطوات ٢،٣،٤ بصفة دورية .

والشكل (١-٣٤) يبين مراحل تنفيذ برنامج التشغيل .

ثانيا زمن الاستجابة Response Time

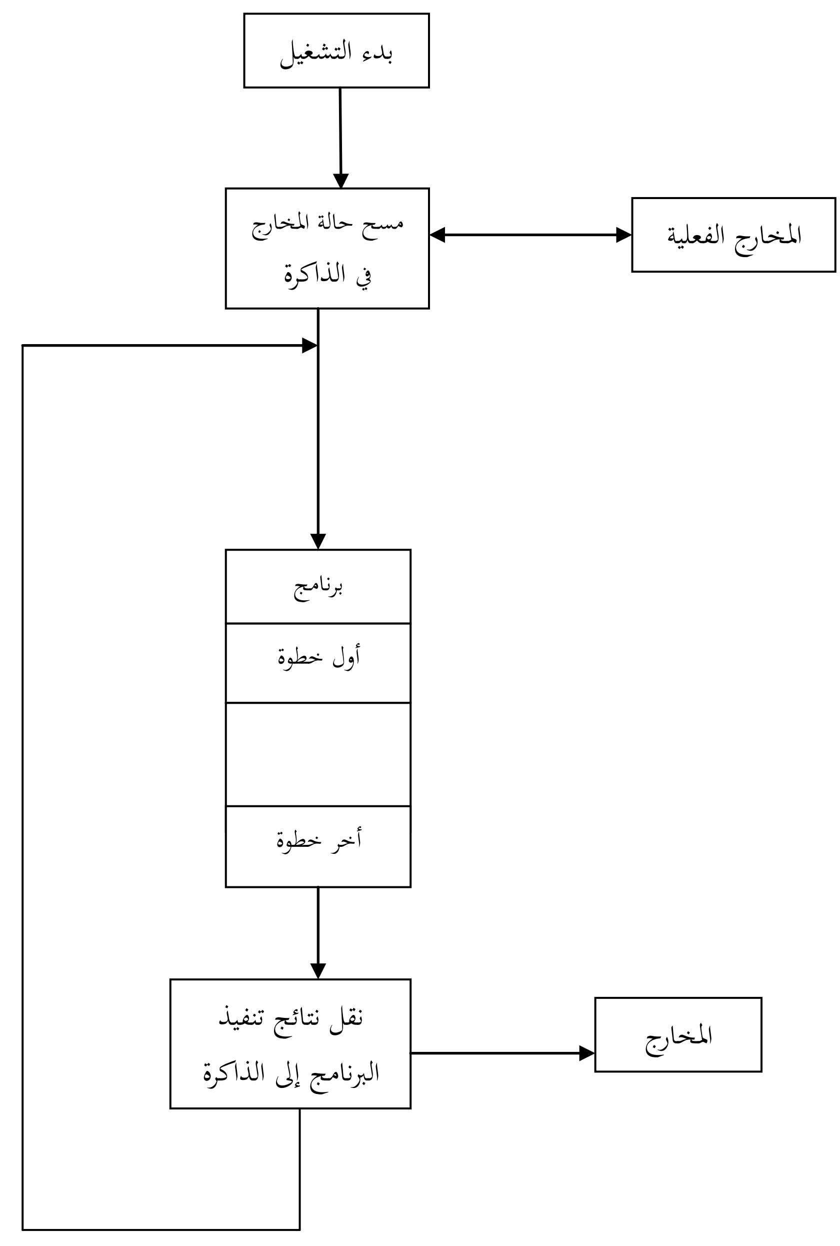
يعرف زمن الاستجابة لأجهزة التحكم المبرمج بأنه الزمن اللازم لإحداث تغيير في حالة المخارج عند حدوث تغيير في حالة المداخل اللحظية ويساوي هذا الزمن مجموع الأزمنة الآتية :-

١-زمن استجابة أجهزة المداخل .

٢-زمن استجابة أجهزة المخارج .

٣-زمن تنفيذ البرنامج وهو يتراوح ما بين (1:8 ms) لكل 1 KB من البرنامج .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (١-٣٤)

١-٧ لغات أجهزة التحكم المبرمج

إن لغات أجهزة التحكم المبرمج هي لغات منخفضة المستوى في العادة Low Level Languages و فيما يلي أهم لغات أجهزة التحكم .

١- **الشكل السلمي Ladder Diagram** وهي تشبه دوائر التحكم الأمريكية حيث تحتوي على ريش مفتوحة و أخرى مغلقة تشبه في نظمها السلم وكذلك فهي تحتوي على مخارج تشبه ملفات الكونتاكتورات ولقد قامت الشركة المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج بتطوير هذه اللغة بإضافة بعض العمليات الوظيفية والتي تختلف في نظمها من شركة لأخرى مثل المؤقتات الزمنية والعدادات و عمليات المقارنة و الإزاحة و العمليات الحسابية و المنطقية و حاكمات PID والساعات المبرمجة ... الخ .

٢- **قائمة الجمل Statement List** :- وتتكون هذه اللغة من عنصرين وهما العملية Operation والبيانات Data على سبيل المثال A I0.0 فالعملية هي A أي (AND) و البيانات هي I0.0 أي المدخل (I0.0)

٣- **الشكل المنطقي CSF** :– وهذه اللغة تستخدم في بنائها الرموز المنطقية للبوابات المنطقية وكذلك بعض العمليات الوظيفية و المستخدمة في الشكل السلمي .

٤- **خريطة التدفق التتابعية Grafcet** :- وهذه اللغة تستخدم لعمل برامج العمليات الصناعية والتي تتكون من مجموعة من المراحل التابعية وهي تشبه لحد كبير خرائط التدفق المستخدمة أثناء إعداد برنامج الكمبيوتر .

و تقوم بعض الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج باستخدام لغات عالية المستوي تشبه في نظمها لغة البيسك Basic خصوصا عند عمل اتصالات بين مجموعة من أجهزة التحكم المبرمج في شبكة محلية LAN وفي الحقيقة تختلف لغات أجهزة التحكم المبرمج السابقة في نظمها من شركة لأخرى و لكنها اختلافات بسطة و معرفة القارئ باللغات المستخدمة في هذا الكتاب ستمكنه إن شاء الله من التعامل مع أي جهاز تحكم مبرمج بسهولة و يسر خصوصا بعد الإطلاع على دليل استخدامه .

و عادة فإن معظم أجهزة التحكم المبرمج يمكن أن تعمل بمعظم اللغات السابقة و لكن إمكانية استخدام أي لغة يعتمد على :-

١- نوع جهاز البرمجة المستخدم (ارجع للفقرة ٢-٥) .

٢- إمكانيات الشخص القائم بعمليات البرمجة فمثلا مهندسي و فني الكهرباء يفضلون الشكل السلمي و مهندسي و فني الإلكترونيات يفضلون الشكل المنطقي أو قائمة الجمل أو خريطة التدفق التتابعية .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٣- نوعية العملية المطلوب تنفيذها و زمن تنفيذ البرنامج المطلوب فمثلا لغات أجهزة PLC المنخفضة يفضل استخدامها في العمليات الثنائية و المؤقتات الزمنية والعدادات وعمليات

المقارنة والإزاحة والحسابات و الحاكمات PID والساعات المبرمجة ...الخ في حين يفضل استخدام اللغات العالية في تدول و نقل المعلومات و عملية الاتصالات بين مجموعة الأجهزة الطرفية في الشبكات المحلية LAN .

١-٨ اختيار أجهزة التحكم المبرمج

هناك بعض المواصفات الفنية لاختيار أجهزة التحكم المبرمج نذكر منها مايلي :-

١-عدد المداخل الرقمية و التناظرية المطلوبة .

٢-عدد المخارج الرقمية و التناظرية المطلوبة .

٣-أعداد وأنواع العمليات الوظيفية المتاحة .

٤-سعة ذاكرة RAM لجهاز PLC تبعا لحجم البرنامج المطلوب .

٥-زمن تنفيذ البرنامج لكل 1 KB من حجم البرنامج .

٦-نوعية الذاكرة الداخلية لجهاز PLC علي سبيل المثال (CMOS RAM) فهي مناسبة للعمل بالبطاريات عند انقطاع التيار الكهربي لأنها تستهلك قدرة صغيرة جدا أو هي EPROM ...الخ علما بأن أجهزة PLC تحتوي على ذاكرة RAM لتخزين البيانات التي تتغير بصفة مستديمة .

٧-هل جهاز PLC من النوع المتكامل Compact (إذا لم يكن متوقع حدوث تطورات مستقبلية في العملية الصناعية)؟

٨-هل جهاز PLC من النوع المجزأ Moduled (إذا كان متوقع حدوث تطورات مستقبلية في العملية الصناعية) ؟

٩-هل جهاز PLC يتعامل مع اللغات المنخفضة المستوى فقط أو المنخفضة والعالية أيضا ؟

١٠-هل جهاز PLC قادر على التحكم في سرعة المحركات فهو مزود بحاكم تناسبي تفاضلي تكاملي ؟

١١-هل جهاز PLC غير قادر على التحكم في سرعة المحركات ؟

١٢-هل جهاز PLC قادر على إعطاء تقارير مفصلة عن الإنتاج Documentation ؟

١٣-في أي ظروف يعمل جهاز PLC (درجات حرارة عادية-مرتفعة-يوجد اهتزازات أو لا يوجد) ؟

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

١٤-هل جهازPLC قادر على إعطاء تقارير مفصلة عن الأعطال التي تطرأ به Diagonestic ؟

١٥- هل جهاز PLC سيعمل داخل شبكة محلية ؟ و هل سيعمل تابع أو قائد ؟ و ما هو نوع الموافق Interface الذي يلزمه لربطه مع الشبكة ؟

و الملحق رقم (١) يعرض المواصفات الفنية لأجهزة PLC's المناسبة تبعا للمواصفات الفنية المطلوبة .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الثاني
الأجهزة المصاحبة لأجهزة التحكم المبرمج

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الأجهزة المصاحبة لأجهزة التحكم المبرمج

٢-١ أجهزة المداخل الرقمية

وهذه الأجهزة توصل بمداخل أجهزة التحكم المبرمج الرقمية و تعطي بيان عن ظروف التشغيل للعمليات الصناعية أو الآلة وكذلك تمكن المشغل من إعطاء أوامر التشغيل من خلال مجموعة الضواغط والمفاتيح .

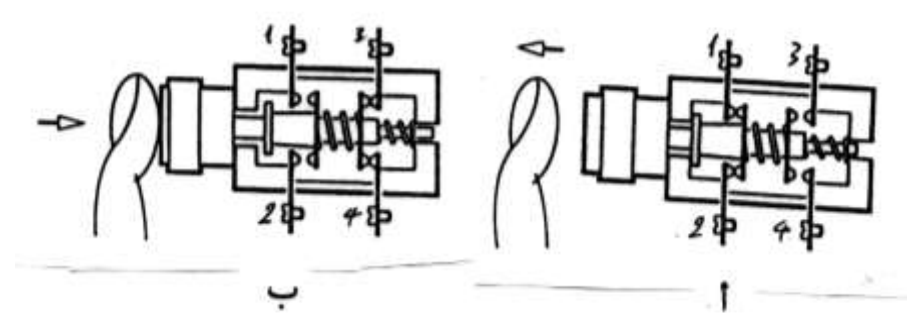
وجميع هذه الأجهزة تحتوي على ريش تلامس إما مفتوحة طبيعيا ON أو مغلقة طبيعيا NC أو ريش قلاب CO و فيما يلي أهم أجهزة المداخل الرقمية .

١-الضواغط اليدوية	Push Buttons
٢-المفاتيح اليدوية	Switches
٣-مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية	Limit Switches
٤-المفاتيح التقاربية	Proximity Switches
٥-الخلايا الضوئية	Photo Cells
٦-مفاتيح العوامات	Float Switches
٧-مفاتيح الضغط	Pressure Switches
٨-مفاتيح درجة الحرارة	Thermostates
٩-مفاتيح التدفق	Flow Switches

٢-١-١ الضواغط والمفاتيح اليدوية

تتشابه الضواغط و المفاتيح الانضغاطية في أن كلا منهما يحتوي على مجموعة من ريش التلامس منها الريش المفتوحة طبيعيا NO ومنها المغلقة طبيعيا NC أما الفرق بينها ففي خواص التشغيل فالمفتاح الانضغاطي عند الضغط على رأسه يعكس ريش تلامسه فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيا NC مفتوحة والعكس بالعكس و يظل الحال على هذا الوضع حتى بعد إزالة الضغط على رأس المفتاح ولكن عند الضغط مرة ثانية على رأس المفتاح تعود ريشة تلامس المفتاح لوضعها الطبيعي أما الضاغط فيعكس حالة ريش تلامسه أثناء الضغط على رأسه فقط ولكن بمجرد إزالة الضغط عن رأسه تعود ريشة تلامسه لوضعها الطبيعي و في الشكل (٢-١) قطاعين لضاغط يحتوي على ريشة NO

و أخرى NC في وضعين مختلفين الأول في الوضع الطبيعي (الشكل أ) والثاني في وضع التشغيل (الشكل ب) .



الشكل (٢-١)

و توجد عدة صور من الضواغط مثل :-

ضاغط تشغيل ON – ضاغط إيقاف OFF – ضاغط طوارئ Emergency وكذلك توجد عدة صور من المفاتيح مثل :-

المفاتيح الانضغاطية– المفاتيح الدوارة ذات الموضعين–المفاتيح الدوارة ذات الثلاث مواضع ...الخ –المفاتيح الدوارة ذات القفل .

والشكل (٢-٢)عدة نمازج لرؤوس الضواغط والمفاتيح .



الشكل (٢-٢)

والشكل (٢-٣) يعرض الرموز الكهربية العالمية للضواغط والمفاتيح .

مفتاح بثلاثة مواضع — مفتاح بوضعين — ضاغط طوارئ

ضاغط يدوى — مفتاح يدوى بمفتاح قفل — مفتاح انضغاطى

الشكل (٢-٣)

والجدول (٢-١) يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها

الجدول (٢-١)

اللون	الاستخدام
أحمر	إيقاف Stop – إيقاف الطوارئ Emergency
أخضر وأسود	بدء تشغيل Start التشغيل ON
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية لبدايتها
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم في العملية الثانوية التي لا ترتبط بدورة تشغيل النظام

والجدول (٢-٢)يبين الرموز الخاصة بالحركات و التي توضع أحيانا على الضواغط

الجدول (٢-٢)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
→	حركة خطية في اتجاه السهم.		الدوران في اتجاه السهم ومحدد.
↔	حركة خطية في الاتجاهين		
	حركة خطية في اتجاه السهم. تنعكس مرة واحدة عند حد معين.		الدوران مستمر او تشغيل دائم.
	حركة خطية محددة وترددية.		لفة واحدة او دورة تشغيل واحدة.
	اتجاه الدوران في اتجاه هذا السهم		
	الدوران في الاتجاهين.	/min	اللفات لكل دقيقة فقط.

والجدول (٢-٣) يعرض رموز التشغيل والتي توضع أحيانا على الضواغط أو لمبات البيان.

الجدول (٢-٣)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	تشغيل		تشغيل أتوماتيكي
	إيقاف أو فصل		تشغيل عند الضغط المستمر على الضاغط
	تشغيل أو إيقاف		إيقاف طوارئ ولونه أحمر

٢-١-٢ مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية

وتستخدم هذه المفاتيح إما في التحكم في الأجسام المتحركة أو التحكم في الحركة المكررة ويعمل مفتاح نهاية المشوار الميكانيكي نتيجة ضغط عنصر الفعل للمفتاح فتتحول ريش تلامسه المفتوحة طبيعيا NO إلى مغلقة و الريش المغلقة طبيعيا NC إلى مفتوحة .

و توجد عدة أشكال لرأس عنصر الفعل لها كما هو مبين بالشكل (٢-٤) وهم كما يلي :-

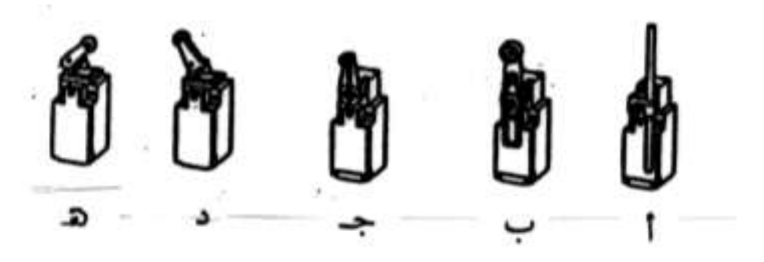
مفتاح بذراع يدفع باليد في أي اتجاه (الشكل أ)

مفتاح بعجلة يمكن رفعها أو خفضها تدفع بكامه تتحرك يمينا أو يسارا (الشكل ب)

مفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك يمينا أو يسارا (الشكل جـ)

مفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك إلى أعلى (الشكل د)

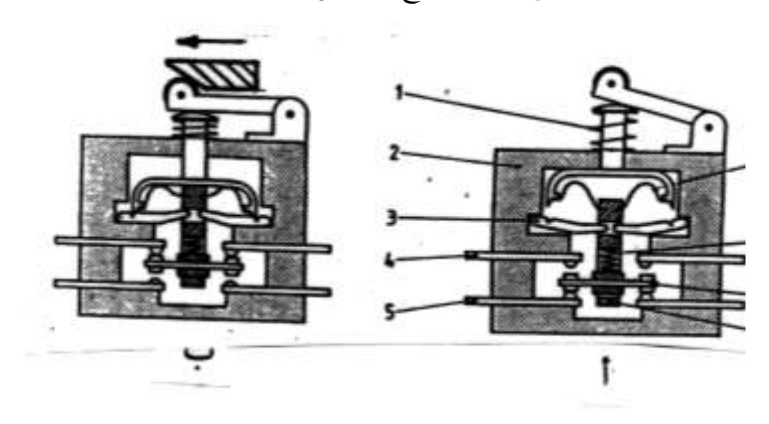
مفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك يمينا (الشكل هـ)



الشكل (٢-٤)

وعادة فإن عنصر الفعل للمفتاح يقوم بدفع ريش تلامس المفتاح و التي تكون في الغالب عبارة عن ريشتين NO+NC أو ريشة قلاب CO والشكل (٢-٥) يبين قطاعين لمفتاح نهاية مشوار

بخابور وعجلة لها حرية الحركة في اتجاه اليسار أحدهما في الوضع الطبيعي (الشكل أ) والثاني في وضع التشغيل تحت تأثير ضغط كامة على عجلة المفتاح (الشكل ب) .

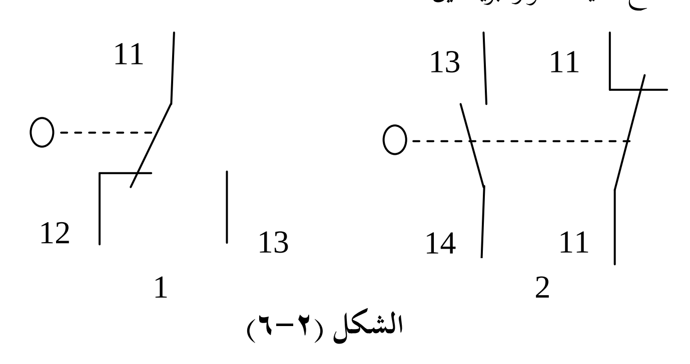


الشكل (٢-٥)

حيث إن:-

عنصر الفعل (خابور يدفع بعجلة من الصلب)	1	كامة توجيه أذرع الدفع	6
جسم المفتاح	2	ياي إرجاع	7
ذراع دفع حامل الريشة المتحركة	3	ريشة متحركة	8
ريشة مفتوحة	4	حامل الريشة المتحركة	9
ريشة مغلقة	5		

والشكل (٢-٦) رموز مفتاح نهاية المشوار الميكانيكية فالرمز 1 لمفتاح نهاية مشوار بريشة قلاب CO و الرمز 2 لمفتاح نهاية مشوار بريشتين NO+NC



الشكل (٢-٦)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٢-١-٣ المفاتيح التقاربية Proximity Switches

تنقسم المفاتيح التقاربية إلى ثلاثة أنواع تبعا لنظرية عملها وهم :-

١- **مفاتيح تقاربية حثية** و يبنى عملها على توليد مجال مغناطيسي يتغير عند اقتراب جسم معدني مغناطيسى مثل الحديد .

٢- **مفاتيح تقاربية سعوية :-** ويبنى عملها على توليد مجال كهربي يتغير عند اقتراب جسم عازل كهربيا منها .

٣- **مفاتيح تقاربية مغناطيسية :-** حيث تنعكس ريشة المفتاح عند اقتراب مغناطيس دائم لها وعادة فإن هذا المغناطيس يثبت على مكابس الأسطوانات الهوائية .

مميزات المفاتيح التقاربية :-

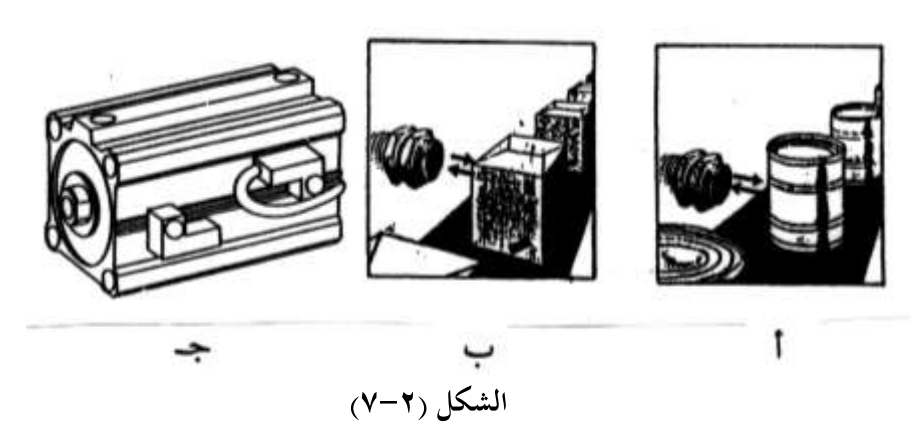
- ليس بها أجزاء متحركة
- عمرها لا يتأثر بعدد مرات التشغيل و الفصل و لا بمعدل التشغيل
- لا تتأثر بالرطوبة ولا بالزيت ولا بالأتربة
- لها استجابة سريعة جدا عند اقتراب جسم غريب منها مما يقلل من التيار العابر وتتراوح مسافة إحساسها ما بين 0:40 mm ولكل مفتاح تقاربي مسافة إحساس تعتمد على تصميمه

و من العوامل المهمة في اختيار المفتاح التقاربي المناسب ما يلي :-

١- **معرفة نوع الأجسام التي ستقترب من المفتاح :-** فإذا كانت من الحديد يستخدم النوع الحثي وإذا كانت عازلة كهربيا يستخدم المفتاح السعوي وإذا كان وضع أسطوانة يستخدم المفتاح المغناطيسي .

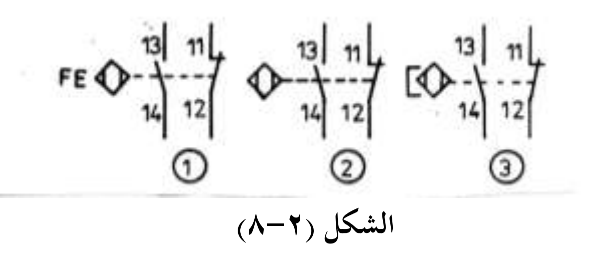
٢- **مسافة الإحساس :-** وهي أكبر مسافة يشعر عندها المفتاح باقتراب جسم غريب منة ويقوم حينئذ بتغيير وضع ريشة تلامس فتصبح المفتوحة طبيعيا NO مغلقة والعكس بالعكس .

و الشكل (٢-٧) يبين صورة لمفتاح حتى يستخدم في عملية عد براميل حديدية (الشكل أ) وصورة لمفتاح سعوي يستخدم في عملية عد صناديق من الكرتون (الشكل ب) و صورة لمفتاحين مغناطيسيين يستخدما في تتبع وضع مكبس أسطوانة (الشكل جـ) .



الشكل (٢-٧)

و الشكل (٢-٨) يعرض الرموز العالمية للمفاتيح التقاربية فالرمز 1 لمفتاح تقاربي حثي و الرمز 2 لمفتاح تقاربي سعوي و الرمز 3 لمفتاح تقاربي مغناطيسي



الشكل (٢-٨)

٢-١-٤ مفاتيح الخلايا الضوئية

تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذي يتراوح ما بين عدة ملي مترات إلى عدة أمتار كما أنها تعمل مع أي نوع من الأجسام سواء كانت عازلة كهربيا أو موصلة كهربيا .

ويمكن تقسيم الخلايا الضوئية حسب أنظمة عملها إلى :-

١- **نظام الطريق الواحد** :- حيث يثبت المرسل Transmitter والمستقبل Receiver للخلية الضوئية عند ركني المنطقة المراد اكتشاف أي جسم غريب يمر فيها و أقصى مسافة بين المستقبل و المرسل في هذا النظام ثلاثون مترا ويساعد هذا النظام على اكتشاف حركة الأجسام الغير شفافة والغير عاكسة .

٢- **النظام الانعكاسي** :- حيث يكون المستقبل و المرسل مجتمعين معا في غلاف واحد وتحتاج الخلايا الضوئية التي تعمل بهذا النظام لسطح عاكس و يتلخص مبدأ عمل هذا النظام على أن

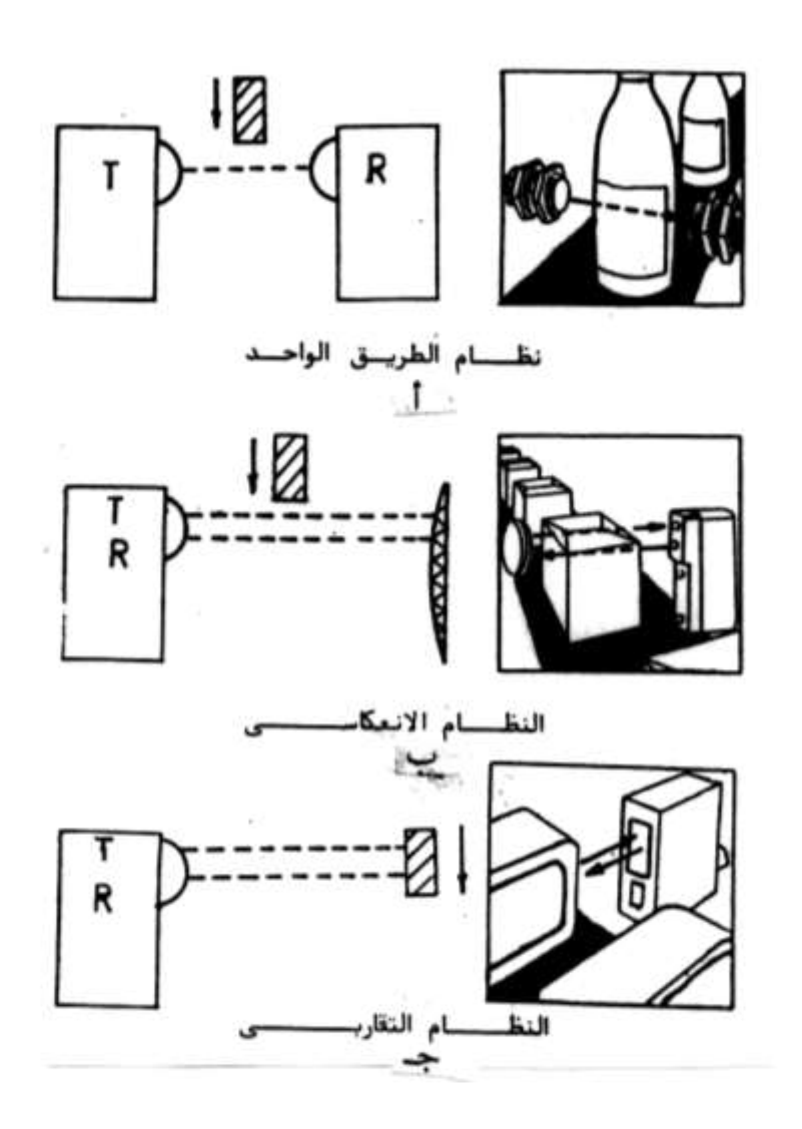
المرسل يرسل أشعة تحت الحمراء وعندما تصدم هذه الأشعة بالسطح العاكس ترتد لتسقط على المستقبل و هذا يمثل الوضع الطبيعي . أما إذا مر جسم غريب بين الخلية والعاكس فإن الأشعة تحت الحمراء لن ترتد مرة أخرى إلى المستقبل الموجود داخل الخلية . وهنا يتغير وضع ريشة تلامس الخلية الضوئية و أقصى مسافة بين الخلية و العاكس عشرة أمتار . ويستخدم هذا النظام لاكتشاف حركة الأجسام التي تعكس الأشعة الضوئية .

٣- **النظام التقاربي** :- ويوضع المرسل و المستقبل داخل غلاف واحد بحيث إنالمرسل يرسل أشعة فوق بنفسجية وعندما يمر جسم غريب في منطقة عملها تصطدم هذه الأشعة لتسقط على المستقبل فيتغير وضع ريشة التلامس لمفتاح وأقصى مسافة بين الخلية و الجسم المتحرك ثلاثون سنتيمترا و يستخدم هذا النظام لاكتشاف حركة الأجسام الشفافة والعاكسة والشكل (٢-٩) يوضح نظرية عمل هذه الأنظمة حيث إن:-

نظام الطريق الواحد الشكل (أ)

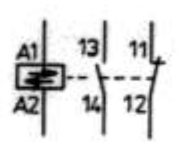
نظام الانعكاسي الشكل (ب)

نظام التقاربي الشكل (جـ)



الشكل (٢-٩)

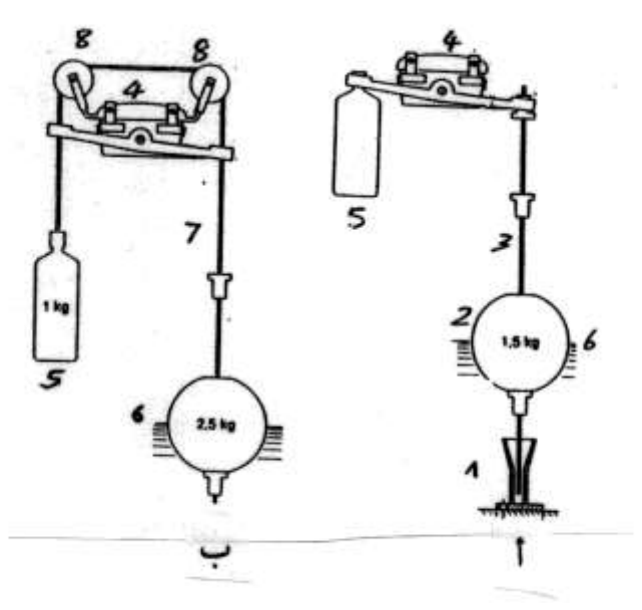
والشكل (٢-١٠) يعرض رمز خلية ضوئية غير قياسي حيث إن A1,A2 أطراف ملف الخلية و يوصلا بجهد المصدر أما 13- 14 فهيا أطراف ريشة مفتوحة طبيعيا NO و الأطراف 11-12 أطراف ريشة مغلقة طبيعيا NC .



الشكل (٢–١٠)

٢–١–٥ مفاتيح العوامات

وهي تستخدم في التحكم في تشغيل المضخات الكهربية تبعا لمستوى السوائل في الخزانات والذي يتم تحديده بواسطة مجموعة من مفاتيح العوامات مثبتة على مستويات مختلفة ويمكن استخدام مفاتيح العوامات لبيان مستوى السوائل داخل الخزانات ، و الشكل (٢–١١) يعرض المسقط الرأسي النوعين من مفاتيح العوامات .



الشكل (٢–١١)

حيث إن:–

مكبس يثبت أسفل الخزان 1

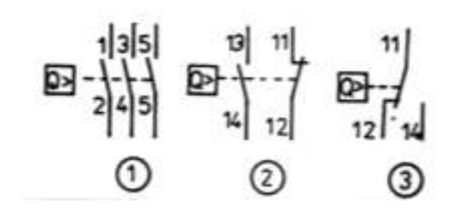
كرة من البلاستك 2

عمود 3

المفتاح 4

وزن معاكس	5
منسوب السائل	6
حبل	7
بكرة	8

فالشكل (أ) لمفتاح عوامة بعمود ويستخدم عندما تسبب المضخات المستخدمة دوامات شديدة والشكل (ب) لمفتاح عوامة بحبل ويستخدم عندما تكون عملية الضخ خالية من الدوامات . والشكل (٢-١٢) يبين الرموز الكهربية للأنواع المختلفة للعوامات فالرمز 1 لمفتاح عوامة بثلاثة أقطاب والرمز 2 لمفتاح عوامة بريشتين NO+NC والرمز ثلاثة لمفتاح عوامة بريشة قلابCO .



الشكل (٢-١٢)

٢-١-٦ مفاتيح الضغط والخلخلة

صممت هذه المفاتيح لتنظيم و مراقب الضغط والخلخلة في دوائر الموائع (السوائل والغازات) وتحتوي هذه المفاتيح إما على ريشة تحكم كالمستخدمة في مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية أو تحتوي على ريشة تلامس رئيسية لفصل ووصل المحركات مباشرة .

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعا لطريقة ضبطها :-

النوع الأول :- يضبط عند القيمة العظمى للضغط فمثلا إذا ضبط المفتاح على ضغط 7 ضغط جوي فإننا نلاحظ أنه عندما يصل ضغط المائع لهذه القيم تتغير حالة المفتاح لوضعه الطبيعي ويقال في هذه الحالة فرق الضغط Δp هذا المفتاح يساوي :-

$$\Delta p = P_{off} - P_{on}$$

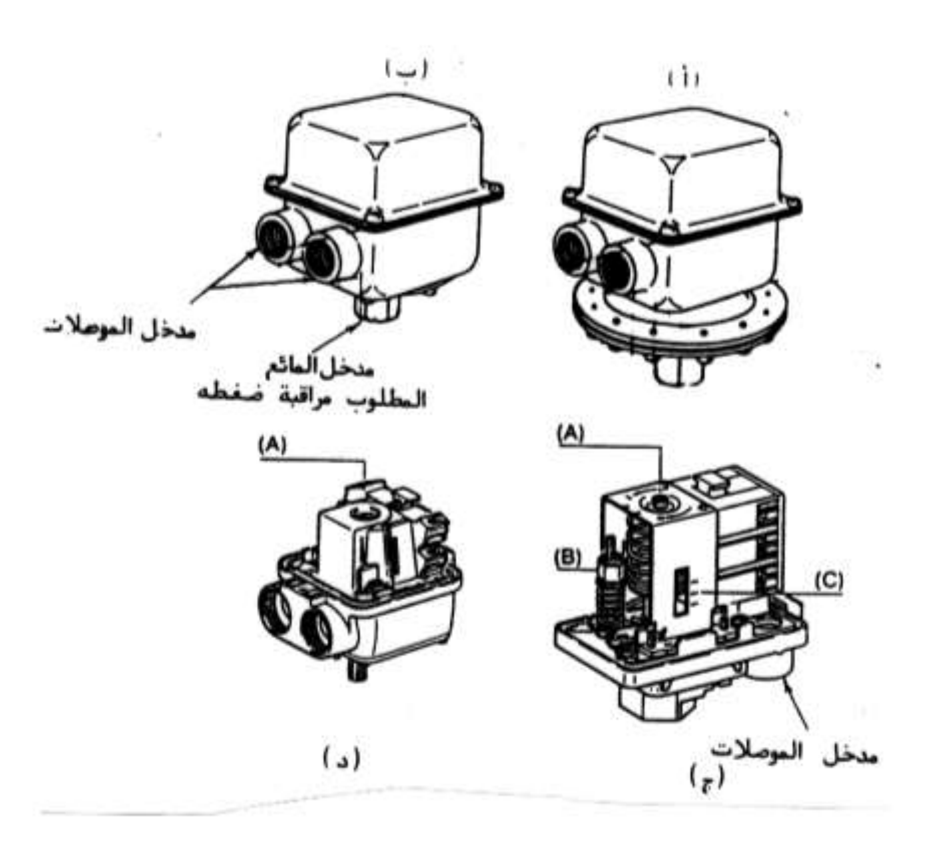
حيث إن:	ضغط القطع	P_{off}
	ضغط الوصل	P_{on}
	فرق الضغط	Δp

و يساوي في هذا المثال 4 ضغط جوي وهو ثابت في هذا النوع و يختلف في من مفتاح لأخر تبعا لتصميمه .

النوع الثاني :– وفيه يتم ضبط كلا من ضغط القطع P_{off} و كذلك الضغط الفرقي Δp يكون مزود بمكانين للمعايرة فمثلا لو ضبط P_{off}على 8 ضغط جوي و ضبطت Δp على3ضغط جوي فإن ريشة تلامس المفتاح تنعكس عند وصول ضغط المائع إلى8 ضغط جوي و تعود ريشة تلامس المفتاح لوضعها الطبيعي عند وصول ضغط المفتاح إلى5 ضغط جوي . وتستخدم هذه المفاتيح في التحكم في الضواغط الهوائية و المضخات الهيدروليكية ومضخات الماء و السوائل الأخرى .

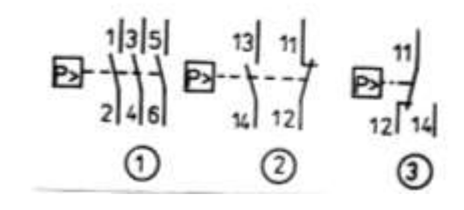
وتعمل مفاتيح الضغط و الخلخلة إما بغشاء مطاطي Diaphragm أو مكبس Piston والشكل (٢-١٣) عدة نمازج لمفاتيح الضغط فالشكل (أ) لمفتاح ضغط بغشاء و الشكل (ب) لمفتاح ضغط بمكابس والشكل (جـ) لمفتاح ضغط بغشاء مطاطي مكشوف عنه غطاؤه و يحتوي المسمار A لمعايرة ضغط القطع P_{off} و الصامولة B لضبط الضغط الفرقي Δp أما التدريج C لمعرفة قيمة ضغط القطع

والشكل (د) هو لمفتاح ضغط بمكبس مكشوف عنه غطاؤه حيث إنالمسمار A لمعايرة ضغط القطع P_{off} .



الشكل (٢-١٣)

والشكل (٢-١٤) يعرض رموز مفاتيح الضغط فالرمز 1 لمفتاح ضغط بثلاثة أقطاب و الرمز 2 لمفتاح ضغط بريشتين NO+NC والرمز 3 لمفتاح ضغط ريشة قلاب CO .



الشكل (٢-١٤)

للوصول للفهرس اضغط على Ctrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٢-١-٧ مفاتيح درجة الحرارة

يسمى مفتاح درجة الحرارة بالترموستات و تنقسم مفاتيح درجة الحرارة تبعا لطريقة ضبطها إلى نوعين و هما :-

١- **مفاتيح درجة حرارة بمكان معايرة واحد لدرجة حرارة القطع T_{off}** :- ويكون فرق درجات الحرارة لها ΔT ثابت وقيمته تعتمد على تصميم المفتاح

٢- **مفاتيح درجة حرارة بمكانين لمعايرة أحدهما درجة حرارة القطع T_{off} والثاني لمعايرة درجة الحرارة الفرقية ΔT** :- والمعادلة التالية توضح فكرة عمل مفاتيح درجة الحرارة في حالة التسخين

$$T_{off} = \Delta T + T_{on}$$

فمثلا إذا ضبطت درجة حرارة القطع عند $80\ C°$ ودرجة الحرارة الفرقية $30\ C°$ فعند وصول درجة الحرارة إلى $80\ C°$ تنعكس حالة ريشة المفتاح وعند انخفاض درجة الحرارة وصولا إلى $50\ C°$ تعود ريشة المفتاح لوضعها الطبيعي .

والمعادلة التالية توضح فكرة عمل مفاتيح درجة الحرارة عند التبريد

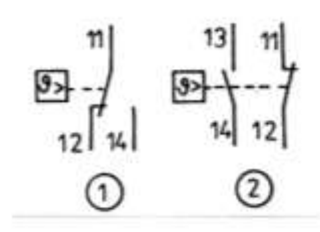
$$T_{on} = T_{off} + \Delta T$$

فمثلا إذا ضبطت درجة الحرارة القطع عند $-20\ C°$ وضبطت درجة الحرارة الفرقية عند $10\ C°$ فعندما تكون درجة حرارة دورة التبريد عند $10\ C°$ أو أكبر تكون ريش المفتاح كما هي وعندما تصل درجة حرارة دورة التبريد إلى $-20\ C°$ تنعكس حالة ريش المفتاح . وعادة تستخدم مفاتيح درجة الحرارة في الأفران الكهربية و أنظمة التبريد و التكييف و العمليات الكيميائية ...الخ والشكل (٢-١٥) يعرض نموذج لمفتاح درجة حرارة يستخدم في أنظمة التكييف حيث إن:-

مجس درجة الحرارة (بصيلة)	1
مدخل المحصلات الكهربية	2
مكان معايرة درجة حرارة القطع	3
أنبوبة شعرية توصل بين البصيلة والمفتاح	4

حيث توضع بصيلة المفتاح على المكان المراد متابعة درجة حرارته . **الشكل (٢-١٥)**

والشكل (٢-١٦) يبين رموز مفاتيح درجة الحرارة فالرمز 1 لمفتاح درجة حرارة بريشة قلاب CO والرمز 2 لمفتاح درجة حرارة بريشتين NO+NC .



الشكل (٢-١٦)

٢-٢ أجهزة المداخل التناظرية

ويطلق على هذه الأجهزة المجسات Transducers ويوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما:-

١- **مجسات غير فعالة Passive** :- وتكون عبارة عن عبارة متغيرة تعتمد قيمتها على خرج النظام

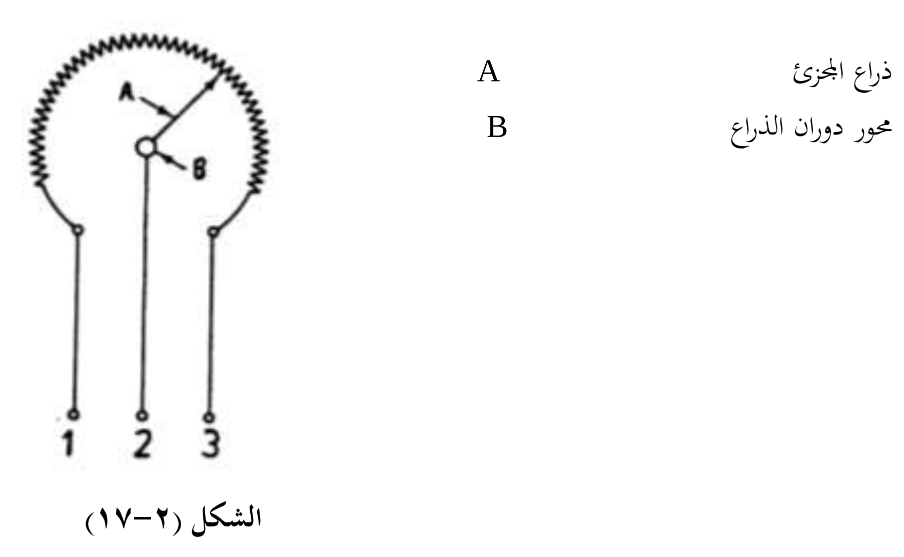
٢- **مجسات فعالة Active** :- ويكون خرجها إما إشارة جهد 0: 10 V أو 0:1 V أو إشارة تيار 0:20 mA تعتمد قيمتها على خرج النظام على سبيل المثال مولد التاكو الذي يستخدم لتحويل سرعة الدوران بجهد كهربي يتناسب مع السرعة فإذا كانت سرعة المحرك 1500Rpm وكان خرج التاكو +5 V فإن هذا يعني أن معامل تحويل التاكو هو 300Rpm/V و بالتالي عندما تصبح سرعة المحرك 1200 Rpm يصبح خرج مولد التاكو مساويا 1200/300 = 4 V وهكذا . وفي الفقرات القادمة سنتناول بإيجاز الأنواع المختلفة للمجسات التناظرية .

٢-٢-١ مجسات الحركة الزاوية Angular-Displacement Transducer

يعتبر مجزئ الجهد الدوار من أهم مجسات الحركة الزاوية لجهد فعند دوران ذراع مجزئ الجهد في اتجاه عقارب الساعة تزداد المقاومة بين النقطتين 1,2 ، وعند دوران ذراع المجزئ في عكس اتجاه عقارب الساعة تقل المقاومة بين النقطتين 1,2 ويمكن تسليط جهد مستمر +10 V مثلا بين النقطتين 1,3 للحصول على خرج جهد من النقطة 2 يتناسب طرديا مع الحركة الزاوية .

و الشكل (٢-١٧) يبين رمز مجزئ الجهد الدوار و المستخدم كمحول حركة زاوية لجهد .

حيث إن:-



ذراع الجزئ	A
محور دوران الذراع	B

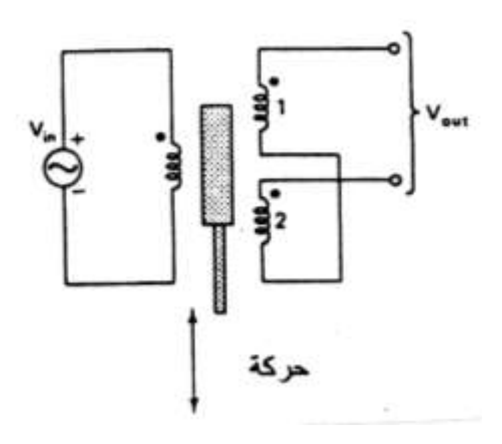
الشكل (٢-١٧)

٢-٢-٢ مجسات الإزاحة الخطية Linear- Transducer Displacement

من أشهر مجسات الإزاحة الخطية محول الإزاحة التفاضلي المتغير LVDT و يتكون هذا المحول من ملف ابتدائي و ملفين ثانويين وقلب مغناطيسي متحرك و يتم تغذية الملف الابتدائي بجهد متردد 10 V يتراوح تردده ما بين (50 HZ : 15 KHZ) ويتم توصيل الملفين الثانويين بالتوالي حيث يكون خرج الملف الثانوي صفرا عندما يكون القلب المغناطيسي في المنتصف وعند إزاحة القلب المغناطيسي إلى أعلى أو أسفل يتولد فرق جهد على أطراف الملف الثانوي نتيجة للحث المتبادل بين الملفين الابتدائي و الثانوي و تزداد قيمة فرق الجهد على أطراف الملف الثانوي بزيادة الإزاحة . والجدير بالذكر أن خرج الملف الثانوي يدخل على كاشف زاوية وجه Phase Angle إلكتروني لتحديد زاوية الوجه فإذا كانت حركة القلب المغناطيسي للمحول لأسفل فإن خرج كاشف زاوية الوجه يكون سالبا و بقيمة تتناسب مع مقدار الإزاحة والعكس بالعكس .و الشكل (٢-١٨) يبين الدائرة الكهربية لمولد الإزاحة التفاضلي المتغير LVDT

حيث إن:-

جهد الدخل المتردد	Vin
جهد الخرج	Vout



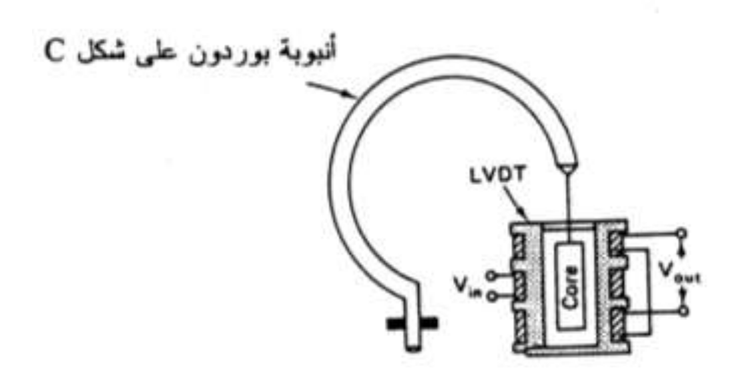
الشكل (٢-١٨)

٢-٢-٣ مجسات الضغط Pressure Transducer

تعتبر أنبوبة بوردون Burdon Tube ذات الغشاء المطاطي Bellow من أشهر مجسات الضغط حيث تقوم هذه الأجهزة بتحويل الضغط لحركة ميكانيكية خطية أو دورانية ثم باستخدام LVDT أو مجزئ جهد دوار يمكن تحويل الحركة الخطية أو الحركة الدورانية .

أولا أنبوبة بوردون :-

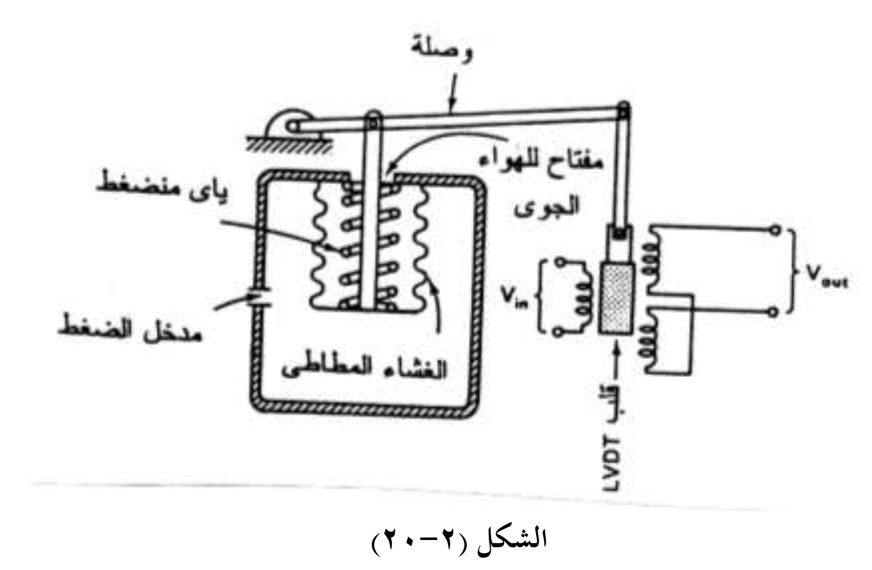
الشكل (٢-١٩) يعرض طريقة استخدام أنبوبة بوردون مع LVDT لتحويل الضغط لأشارة جهد . فعند دخول المائع المضغوط داخل الأنبوبة تتمدد فيحدث إزاحة خطية لقلب LVDT فتخرج إشارة جهد تناسب مع الإزاحة علما بأنه إذا كانت إشارة جهد خرج LVDT موجبة دل على أن الضغط بالموجب وإذا كانت سالبة دل على أن الضغط بالسالب (خلخلة) .



الشكل (٢-١٩)

ثانيا الغشاء المطاطي :- Bellow

الشكل (٢-٢٠) يبين طريقة استخدام الغشاء المطاطي مع LVDT لتحويل الضغط لإشارة جهد فعند دخول المائع المضغوط فتحة الضغط ينكمش الغشاء المطاطي ضد قوة دفع الياي فتتحرك وصلة التوصيل Linkage و بالتالي يتحرك القلب المغناطيسي لمحول LVDT فيتغير جهد خرجه تبعا لقيمة الضغط .



الشكل (٢-٢٠)

٢-٢-٤ مجسات درجة الحرارة Temperature Transducers

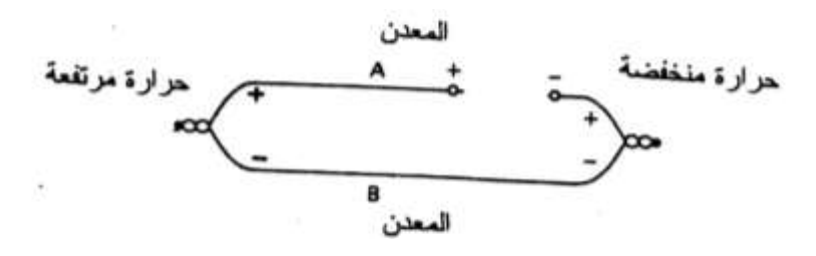
سنتعرض في هذه الفقرة لنوعي من مجسات درجة الحرارة و هما :-

١- الازدواجات الحرارية Thermocouples

٢- مجسات درجة الحرارة ذات المقاومة Resistive Temperature Transducers

الازدواجات الحرارية :-

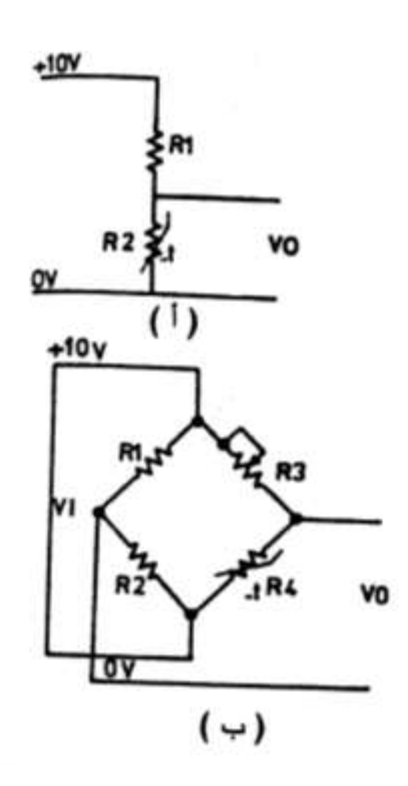
يبنى عمل الازدواج الحراري على أنه عند عمل وصلتين من معدنين مختلفين إحداهما درجة حرارتها مرتفعة والأخرى درجة حرارتها منخفضة يتولد فرق جهد بينهما كما هو واضح من الشكل (٢-٢١) .



الشكل (٢-٢١)

مجسات درجة الحرارة ذات المقاومة :-

وتستخدم مقاومات حرارية في بناء هذه المحولات و الشكل (٢-٢٢) يعرض نماذج بسيطة لهذه المحولات ففي الشكل (أ) عندما ترتفع درجة حرارة المقاومة R2 فإن قيمة المقاومة تزداد وبالتالي يزداد الجهد الخارج من أطراف المقاومة . وفي الشكل (ب) عند درجة الحرارة المعتادة يتم ضبط خرج القنطرة VO مساويا صفرا بواسطة المقاومة R3 و عند ارتفاع درجة حرارة المقاومة R4 يتولد جهد على أطراف الخرج VO يتناسب مع درجة الحرارة .



الشكل (٢-٢٢)

٢-٢-٥ مجسات السرعة Tachometer

يقوم مولد التاكو بتحويل سرعة الأعمدة الدوارة إلى إشارة كهربية و هناك نوعان من مولدات التاكو تبعا لإشارة الخرج وهما :-

١- مولد تاكو بجهد متغير Magnitude Tacho

٢- مولد تاكو بتردد متغير Frequency Tacho

أما مولدات التاكو ذات الجهد المتغير فهي عادة تكون مولدات تيار مستمر صغيرة لها خواص خطية ، و نحصل على جهد خرج مولد التاكو من المعادلة التالية :-

$$V = K N$$

حيث إن:-

ثابت مولد التاكو K

السرعة RPM N

الجهد بالفولت V

أما مولدات التاكو ذات التردد المتغير فهي تتواجد في عدة صور أهمها

مولدات تيار متغير صغيرة لها مجال مغناطيسي دائم في العضو الدوار و يقوم المجال الدوار الناتج عن دوران العضو الدوار للمولد بتوليد تيار متغير في العضو الثابت له تردد نحصل عليه من المعادلة التالية:-

$$F = PN / 120$$

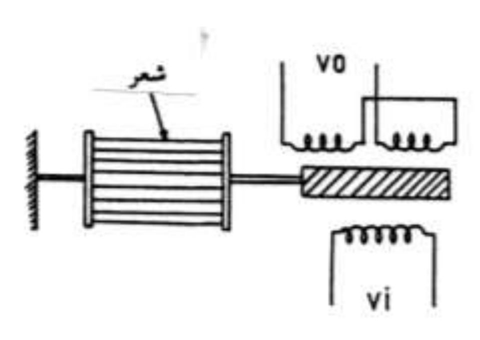
حيث إن:-

التردد (HZ)	F
عدد أقطاب المولد	P
السرعة (RPM)	N

٢-٢-٦ مجسات الرطوبة Humidity Transducer

يقصد بالرطوبة وزن بخار الماء الموجود في المتر المكعب من الهواء أما الرطوبة النسبية فهي النسبة بين وزن بخار الماء الموجود في المتر المكعب من الهواء ووزن بخار الماء اللازم لتشبع المتر المكعب من الهواء عند نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة . ومن المعروف أنه كلما ارتفعت حرارة الهواء ازدادت قدرة الهواء على حمل بخار الماء ، و يوجد العديد من الأجهزة المستخدمة لتحويل الرطوبة لجهد وأشهر هذه الأجهزة بل وأقدمها هو الهايجروميتر الشعري Hair Hygrometer

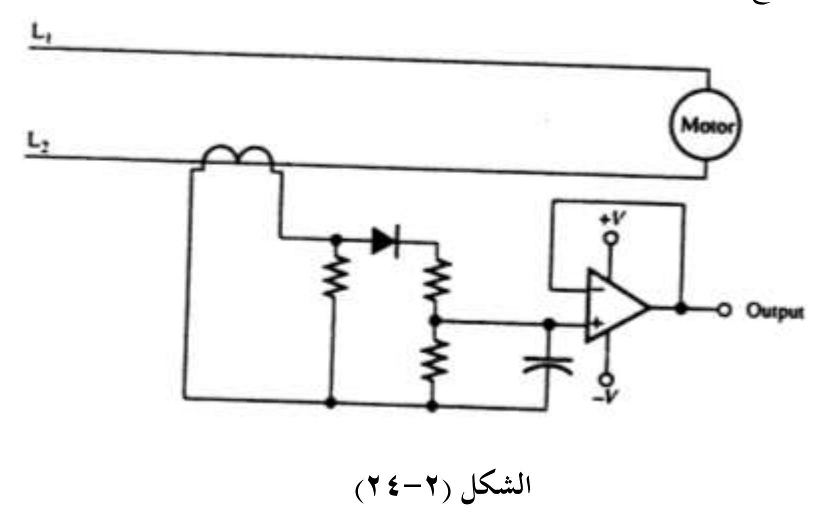
وهو يصنع من شعر الإنسان أو الحيوان ، حيث يتغير طول شعر الإنسان أو الحيوان بمقدار 3% من طوله عند تغير الرطوبة النسبية من 10% إلى 100% ويمكن تحويل هذا التغير في الطول إلى إزاحة خطية تعمل على تشغيل LVDT وبالتالي نحصل على إشارة جهد تكافئ الرطوبة و الشكل (٢-٢٣) يبين شكلا مبسطا لهايجرومتر شعري . حيث إن Vi جهد الدخل ، Vo جهد الخرج .و يستخدم الهايجروميتر الشعري لقياس الرطوبة النسبية التي تتراوح ما بين (15% : 90%) عند درجات الحرارة التي تتراوح ما بين (1 : 40 C°) .



الشكل (٢-٢٣)

٢-٢-٧ مجسات التيار Current Transducer

تستخدم مجسات التيار لتحويل التيارات الكبيرة إلى جهود صغيرة تعبر عنها والشكل (٢-٢٤) يعرض دائرة مبسطة لمجس تيار حيث يقوم بتحويل التيار الكبير المسحوب بواسطة محرك إلى جهد صغير يتناسب مع هذا التيار و يستخدم في مجس التيار محول تيار Current Transformer حيث يقوم بتحويل تيار المحرك الكبير إلى تيار محرك صغير بحد أقصى 1A أو 5A ويتم توحيد تيار الملف الثانوي لمحول التيار CT بواسطة موحد ثم تأخذ إشارة من الجهد الخارج من الموحد بواسطة مجزئ جهد ثم تكبر هذه الإشارة بواسطة مكبر عمليات Op Amplifier للحصول على إشارة جهد تتناسب مع تيار المحرك .



الشكل (٢-٢٤)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٢-٣ أجهزة المخارج الرقمية

وهذه الأجهزة توصل بالمخارج الرقمية لأجهزة التحكم المبرمج و جميع هذه الأجهزة لها حالتين وهما :-

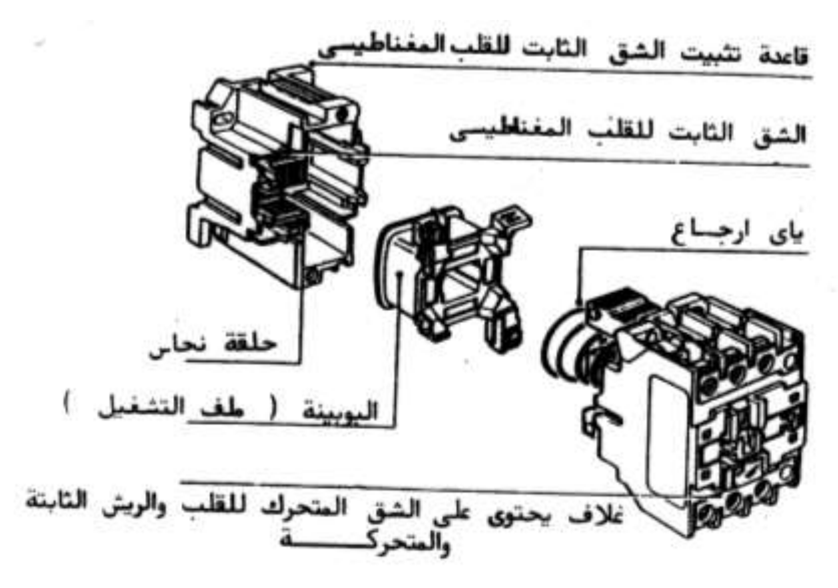
حالة تشغيل ON و حالة إيقاف OFF .

وفيما يلي أهم أجهزة المخارج الرقمية

١- الكونتاكتورات	Contactors
٢- المفاتيح الإلكترونية	Electronic Switches
٣- لمبات البيان	Indication Lamps
٤- الأبواق	Horns
٥- الصمامات الكهربية	Solenoid Valves
٦- الصمامات الإتجاهية	Directional Control Valves

٢-٣-١ المفاتيح الكهرومغناطيسية (الكونتاكتورات) Contactors

الشكل (٢-٢٥) يبين تركيب كونتاكتور من إنتاج شركة Telemecanique الفرنسية .



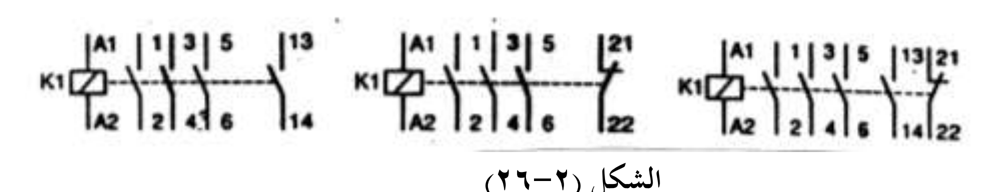
الشكل (٢-٢٥)

ويتكون الكونتاكتور من قلب مغناطيسي مصنوع من رقائق الصلب السليكوني المعزولة علما بأن

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

هذا القلب مشقوق إلى شقين أحدهما ثابت و الأخر متحرك و يوجد حول الشق الثابت ملف الكونتاكتور أما الشق المتحرك فيحمل ريش التلامس . وتستخدم الكونتاكتورات في وصل و فصل الأحمال الكهربية مثل أحمال الإضاءة والتسخين و المحركات الكهربية .

و الشكل (٢-٢٦) يبين رمز كونتاكتور بثلاثة أقطاب و ريشة مفتوحة NO (الرمز 1) و رمز كونتاكتور بثلاثة أقطاب وريشة مغلقة NC (الرمز 2) ورمز كونتاكتور بثلاثة أقطاب وريشتين NO+NC (الرمز 3) .



الشكل (٢-٢٦)

٢-٣-٢ المفاتيح الإلكترونية Solid State Switches

تقوم المفاتيح الإلكترونية بوصل و فصل التيار الكهربي عن الأحمال تماما مثل المفاتيح الكهرومغناطيسية (الكونتاكتورات) و يفضل استخدامها بدلا من الكونتاكتورات عند زيادة عدد مرات الوصل و الفصل في الدقيقة .

وتتواجد المفاتيح الإلكترونية في صورتين وهما :-

١-مفاتيح تيار مستمر إلكترونية

٢-مفاتيح تيار متردد إلكترونية وتنقسم بدورها إلى :-

أ-مفاتيح تيار متردد إلكترونية يتم إشعالها عشوائيا .

ب-مفاتيح تيار متردد إلكترونية يتم إشعالها لحظة العبور بالصفر .

الفرق بين هذين النوعين يتضح من الشكل (٢-٢٧) حيث إن:-

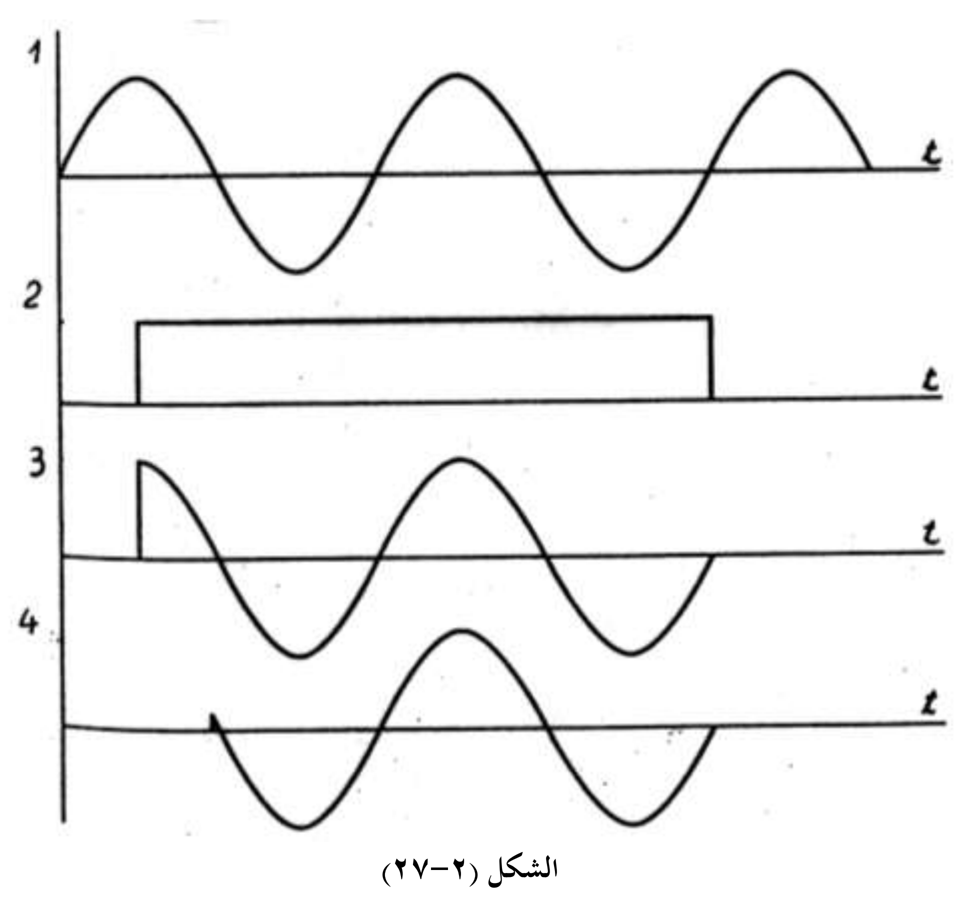
الموجة 1:- لجهد المصدر الكهربي .

الموجة 2:- لجهد الإشعال (إشارة الدخل) .

الموجة 3:- جهد الخرج عند الإشعال العشوائي .

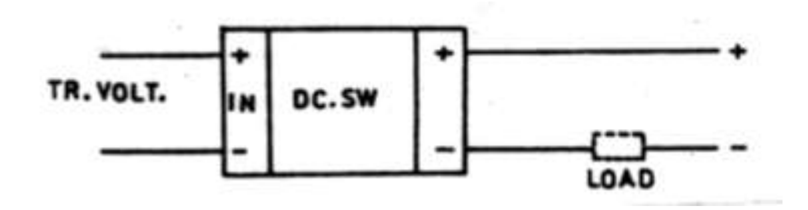
الموجة 4:- جهد الخرج عند الإشعال لحظة العبور بالصفر .

فالإشعال العشوائي يتم في اللحظة التي تصل فيها إشارة التحكم بغض النظر في زاوية الإشعال مما يسبب في إمرار تيارات عالية وكذلك تولد موجات راديو RFI تحدث تداخل في الأجهزة الإلكترونية القريبة في حين أن الأشعال لحظة العبور بالصفر خال من هذه السلبيات .



الشكل (٢-٢٧)

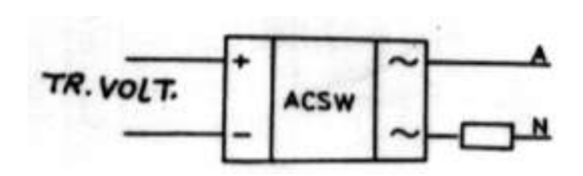
والشكل(٢-٢٨) يبين رمز موديل مفتاح تيار مستمر إلكتروني والمتوفر في الأسواق بدون الدخول



الشكل (٢-٢٨)

في تفاصيل عن دائرته الداخلية فعند وصول إشارة التحكم TR .VOLT أي جهد إشعال المفتاح الإشعال 5 V+ في حين أن جهد الحمل يصل إلى 220 V تيار مستمر والشكل (٢-٢٩) يبين رمز موديول مفتاح تيار متردد إلكتروني بدون الدخول في تفاصيل عن دائرته الداخلية فعند وصول إشارة التحكم TR.VOLT أي جهد الإشعال للمفتاح يتحول المفتاح لحالة الوصل و يكتمل

مسار الحمل LOAD و يمكن أن يكون جهد الإشعال +5 V في حين أن جهد الحمل 220 V تيار متردد .



الشكل (٢-٢٩)

٢-٣-٣ لمبات البيان و الأبواق

أولا لمبات البيان :-

تستخدم لمبات البيان لإمكانية متابعة أداء العملية الصناعية أو الآلة من غرفة التحكم والجدول (٢-٤) يبين الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولها .

الجدول (٢-٤)

اللون	المدلول
أحمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية) .
أصفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالقيمة القصوى أو الصغرى لها مثل الجهد أو التيار أو الضغط ...الخ .
أخضر	الماكينة تعمل أو جاهزة للعمل أو ضغط الهواء مناسب ...الخ .
أبيض	المفتاح الرئيسي في وضع التشغيل أو دائرة التحكم تعمل ...الخ .
أزرق	وظائف مختلفة عن ما سبق .

وتتواجد لمبات البيان المتوفرة في الأسواق في صورتين من حيث نوع التيار و هما :-

١-لمبات بيان تيار مستمر

٢-لمبات بيان تيار متردد وتنقسم بدورها إلى نوعين وهما :-

أ- لمبات بيان بمحول

ب- لمبات بيان بدون محول

علما بأنه يمكن تجميع لمبات البيان إما على أبواب لوحات التحكم أو شاسيه موجود داخل غرفة التحكم أو في وحدة تحكم من بعد كالمبينة في الشكل (٢-٣٠)وتتوفر لمبات البيان بجهود تشغيل مختلفة مثل :-

- 24 V أو 48 V تيار مستمر

.

~ 24 V,110 V,120 V,220 V,38 V تيار متردد .

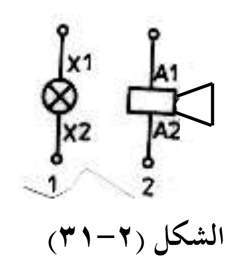


الشكل(٢-٣٠)

ثانيا الأبواق :-

عادة يستخدم في غرفة التحكم أبواق وذلك لتنبيه المشغل لحدوث أمور غير طبيعية مثل زيادة الحمل على أحد المحركات أو انخفاض الجهد أو الضغط في الدوائر النيوماتيكية أو الهيدروليكية ...الخ . حينئذ يقوم المشغل بإسكات البوق Silence ثم البحث عن سبب المشكلة من خلال لمبات البيان و أخذ الإجراءات اللازمة لحل المشكلة و إعادة النظام لحالة التشغيل الطبيعي .

و عادة تختار الأبواق تبعا لجهد التشغيل و شدة الصوت المطلوب على بعد 1m من البوق وتقاس بوحدة dB الديسيبل والشكل (٢-٣١) يبين رمز لمبة بيان (الرمز1) ورمز بوق (الرمز2)



الشكل (٢-٣١)

٢-٣-٤ الصمامات الكهربية

تعتبر الصمامات الكهربية هي أحد وسائل التحكم في سريان الموائع و هناك عدة أنواع من الصمامات الكهربية من حيث عدد مساراتها مثل :-

١–صمامات كهربية بمسارين Two Way Valves

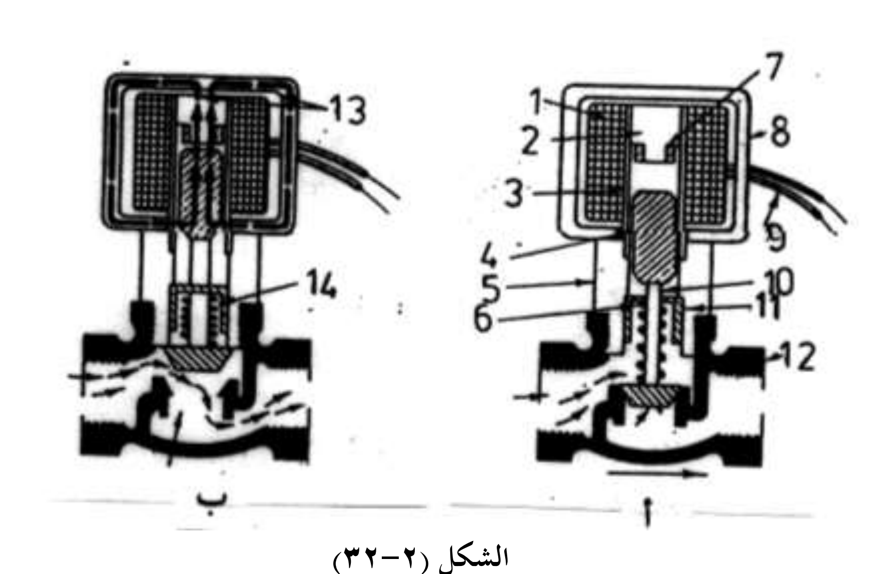
٢–صمامات كهربية بثلاثة مسارات Three Way Valves

و سنكتفي في هذه الفقرة بتناول الصمامات الكهربية ذات المسارين و التي تنقسم بدورها إلى:

أ–صمامات كهربية ذات تحكم مباشر Direct Acting

ب–صمامات كهربية ذات تحكم غير مباشر Pilot Operated

و الشكل (٢–٣٢) يعرض قطاع في صمام كهربي بتحكم مباشر في الوضع الابتدائي المغلق (أ) وفي وضع التشغيل المفتوح (ب) .



الشكل (٢–٣٢)

حيث أن:–

ملف كهربي	1	جسم الملف	8
القلب المغناطيسي الثابت	2	أطراف الملف الكهربي	9
أنبوبة يوضع بها القلب المتحرك	3	عمود دفع	10
القلب المغناطيسي المتحرك	4	غلاف ياي الإرجاع	11
غطاء	5	جسم الصمام	12
يـاي إرجاع	6	مسار الفيض المغناطيسي	13
ملف كهربي مظلل	7	ياي الإرجاع مضغوط	14

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

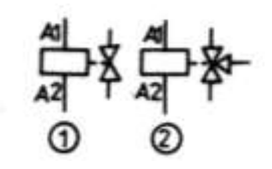
نظرية التشغيل :-

عند وصول تيار كهربي لملف الصمام يتكون مجال مغناطيسي يعمل على جذب القلب المغناطيسي المتحرك لأعلى و بذلك تنكشف فتحة الصمام و من ثم يصبح الصمام مفتوحا و يتدفق المائع عبر الصمام و عند انقطاع التيار الكهربي عن ملف الصمام يفقد ملف الصمام مغناطيسيته فيعود القلب المغناطيسي المتحرك للصمام لوضعه الابتدائي بفعل ياي الإرجاع وتنغلق فتحة الصمام و يصبح الصمام مغلق و ينقطع تدفق المائع عبر الصمام .

و الجدير بالذكر أن هناك صمامات كهربية تكون بوضع ابتدائي مفتوح وعند وصول التيار الكهربي لملف الصمام تتحول للوضع المغلق .

كما أن الصمامات الكهربية ذات التحكم المباشر عادة تستخدم عند التدفقات الصغيرة أما في حالة التدفقات الكبيرة فتستخدم الصمامات الكهربية ذات التحكم الغير مباشر و هي تحتوي بداخلها على صمام كهربي صغير يتحكم في الصمام الكبير .

و الشكل (٢-٣٣) يعرض رمز الصمام الكهربي ذو المسارين (الرمز 1) و ذو الثلاثة مسارات (الرمز 2) .



الشكل (٢-٣٣)

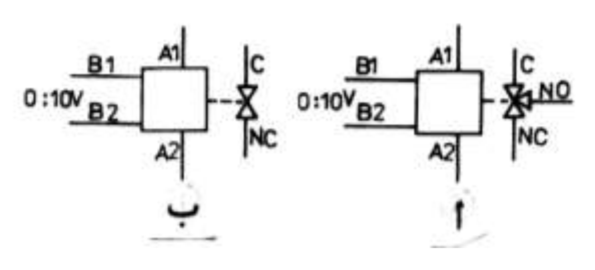
٢-٣-٥ أجهزة المخارج التناظرية

هناك العديد من أجهزة المخارج التناظرية و التي يتم توصيلها مع المخارج التناظرية لأجهزة التحكم المبرمج نذكر منها ما يلي :-

١-الصمامات الكهربية القابلة المعايرة :-وهذه الصمامات تستخدم في دورات التبريد والتسخين بالماء في المباني وحيث تقوم هذه الصمامات بالتحكم في تدفق الماء البارد أو الساخن تبعا للإشارة الكهربية التي تصل إليها فتكون في وضع الفتح الكامل عند وصول إشارة جهد +10 V لها وتكون في وضع القفل الكامل عند وصول إشارة جهد 0 V لها و هناك نوعان من هذه الصمامات وهما

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

صمامات بمسارين Two Way Valve وصمام بثلاثة صمامات Three Way Valve و الشكل (٢-٣٤) يوضح فكرة عمل هذه الصمامات .



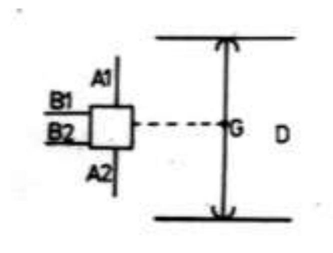
الشكل (٢-٣٤)

ففي الشكل (أ) صمام بثلاثة سكك قابل للمعايرة ففي الوضع الطبيعي يمر تدفق الماء من C إلى الفتحة NO وعند وصول إشارة جهد 2 V إلى مدخل التحكم يمر 20% من التدفق من C إلى NC و يمر 80% من التدفق من C إلى NO .

و في الشكل (ب) صمام بسكتين قابل للمعايرة ففي الوضع الطبيعي لا يمر أي تدفق في الصمام وعند وصول إشارة جهد +2V إلى مداخل التحكم في الصمام يفتح الصمام بمعدل 20% من الفتح الكامل وهكذا .علما بأن الأطراف A2 , A1 توصل بجهد المصدر المتردد 220 V والأطراف B2 , B1 توصل بخرج جهاز PLC .

٢- دامبرات الهواء القابلة المعايرة Dampers

وتستخدم هذه الدامبرات في أنظمة التكييف المركزية للتحكم في تدفق الهواء البارد أو الساخن للتحكم في درجة حرارة المناطق المختلفة و هي تعمل بنفس طريقة عمل الصمامات الكهربية القابلة المعايرة والشكل (٢-٣٥) يبين



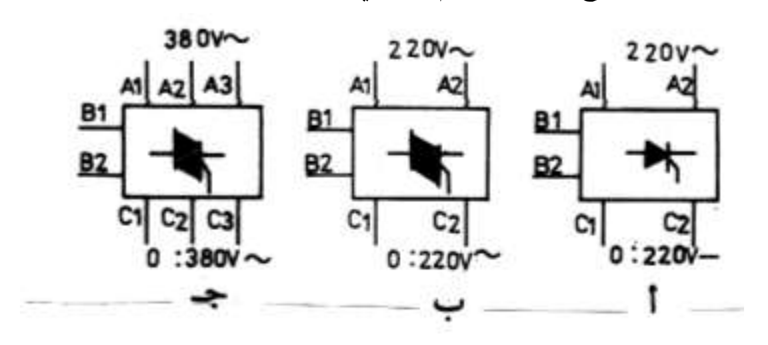
الشكل (٢-٣٥)

رمز دامبر الهواء القابل للمعايرة للتحكم في تدفق الهواء في المجرى D بواسطة البوابة G علما بأن الأطراف A2 , A1 توصل بجهد المصدر 220 V متردد وتصل الأطراف B2 , B1 مع خرج جهاز التحكم المبرمج .

٣- أجهزة التحكم التناسبية في القدرة Proportional Power Control Devices

وهي تقوم بالتحكم في القيمة الفعالة بجهد تشغيل النظام المتردد أو القيمة المتوسطة بجهد تشغيل النظام المستمر و ذلك بما يتناسب مع جهد إشارة دخلها ويبنى عملها على التحكم في زاوية إشعال الترياكات أو التايرستورات الداخلة في بنائها والشكل(٢-٣٦) يعرض رمز جهاز تحكم تناسبي في

التيار المستمر(الشكل أ) ورمز جهاز تحكم تناسبي في التيار المتردد وجه واحد(الشكل ب) ورمز جهاز تحكم تناسبي في التيار المتردد ثلاثي الأوجه (الشكل جـ) علما بأن A1 ,A2 ,A3 أطراف التوصل مع التيار الكهربي المتردد أما B1 ,B2 أطراف التوصيل مع خرج جهاز PLC التناظري في حين أن C1,C2 ,C3 أطراف خرج جهاز التحكم التناسبي في القدرة .



الشكل (٢-٣٦)

٢-٤ أجهزة الحماية Protection Devices

يوجد العديد من أجهزة الوقاية التي يكثر استخدامها مع أجهزة PLC لحماية الدوائر الكهربية والمحركات و الموصلات نذكر منها :-

١- المصهرات الكهربية Fuses

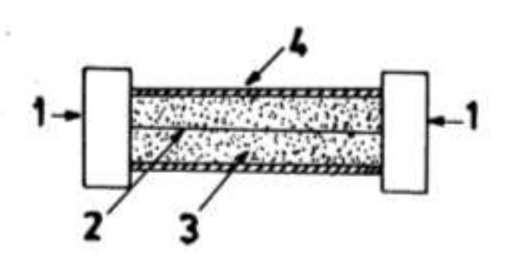
٢- قواطع الدائرة المصغرة MCB'S

٣- المتممات الحرارية Over Loads

٢-٤-١ المصهرات الكهربية

تعتبر المصهرات الكهربية هي إحدى عناصر الحماية الهامة من زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل على المحركات الكهربية أو حدوث قصر بين أحد الأوجه مع الآخر أو مع خط التعادل أو خط الأرضي و أكثر المصهرات استخداما هي المصهرات الخرطوشية Cartridge fuses وعنصر انصهار هذه المصهرات يكون داخل أنبوبة من السيراميك أو الزجاج و تملأ هذه الأنبوبة عادة بمادة مانعة للحريق أو الشرارة مثل الكوارتز و يوصل عنصر الانصهار بنقطتين توصيل معدنيتين على أطراف هذه الأنبوبة .

والشكل (٢-٣٧) يعرض قطاع في مصهر خرطوشي بسيط حيث إن:-



الشكل (٢–٣٧)

طرف توصيل معدني	1
عنصر الانصهار (سلك رفيع)	2
مادة إطفاء الشرارة (كوارتز)	3
أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك	4

وتستخدم المصهرات الخرطوشية في حماية الأجهزة الكهربية والإلكترونية و مآخذ التيار و يكون معامل انصهارها حوالي 1.5 فإذا كان التيار المقنن للمصهر 30 A فإن تيار انصهاره يكون 45 A تقريبا .

وفيما يلي أهم مميزات المصهر الخرطوشي :–

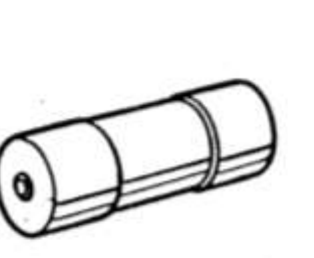
١– يحدث إخماد للقوس الكهربي الناتج عن عملية انصهار المصهر .

٢– زمن انصهار عنصر انصهاره صغير

٣– له خواص ثابتة لأن عنصر انصهاره غير متعرض للأكسدة

و يعاب على المصهر الخرطوشي بارتفاع سعره كما أنه يحتاج لاستبداله عند انصهار عنصر انصهاره .

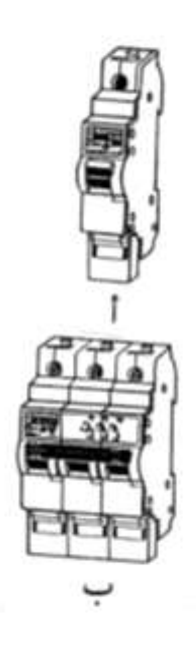
و الشكل (٢–٣٨) يعرض صورة مصهر خرطوشي (الشكل أ) و صورة لحامل مصهر خرطوشي من إنتاج شركةLegrand الفرنسية .



ب أ

الشكل (٢–٣٨)

٢-٤-٢ قواطع الدائرة المصغرة MCB' S



وتستخدم قواطع الدائرة المصغرة MCB'S في وصل وفصل الدوائر الكهربية سواء في الأحوال العادية أو حالات الخطر والفرق بين قاطع الدائرة والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بتوصيل وقطع الدائرة عند حالات التشغيل العددية وذلك يدويا . أما قاطع الدائرة فيقوم بتوصيل وفصل الدائرة يدويا وذلك عند حالات التشغيل العادية وكذلك يقوم بفصل الدائرة آليا عند حالات الخطأ .

وفيما يلي أهم مميزات قواطع الدائرة المصغرة :-

١- زمن الفصل لها قصير جدا عند حدوث قصر في الدائرة.

٢- يمكن إعادتها للعمل بسهولة بعد إزالة أسباب الخطأ .

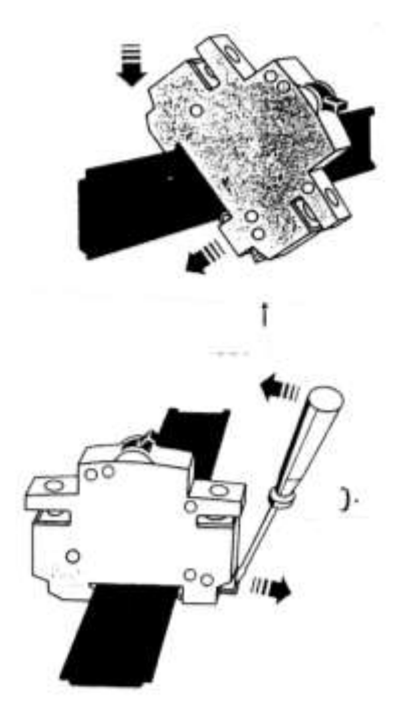
٣- يمكن استخدامها كمفتاح رئيسي للدائرة .

٤- يمكن فصلها وتشغيلها تحت الحمل بدون خوف من حدوث شرارة . **الشكل (٢-٣٩)**

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة تصنع بعدد مختلف من الأقطاب أمثل :-

- قاطع بقطب واحد 1 Pole
- قاطع بقطبين 2 Pole
- قاطع بثلاثة أقطاب 3 Pole
- قاطع بأربع أقطاب 4 Pole

والشكل (٢-٣٩) يعرض نموذج لقاطع قطب واحد الشكل (أ) ونموذج لقاطع ثلاثة أقطاب الشكل (ب) أما الشكل (٢-٤٠) فيبين طريقة تثبيت قاطع دائرة قطب واحد على قضيب أو ميجا (الشكل أ) وكذلك طريقة نزع قاطع دائرة قطب واحدمن قضيب أو ميجا (الشكل ب) .



الشكل (٢-٤٠)

وتستخدم عدة مصطلحات فنية مع قواطع الدائرة المصغرة وهي كما يلي:-

التيار المقنن In وهو التيار الذي يمر بالقاطع بدون

إحداث فصل للقاطع .

٢-تيار الفصل اللحظي هو أقل تيار يعمل على فصل القاطع في زمن يتراوح ما بين (0.2 : 5 S) و يعتمد قيمة هذا التيار على نوع خواص القاطع .

٣-تيار الفصل التقليدي It وهو التيار الذي يحدث فصل في القاطع في زمن أقل من ساعة واحدة 1 hr أو يساوي عادة (1.45 In) .

ب

٤-سعة تيار القصر و هو أقصى تيار يمكن مروره في القاطع لحظة القصر والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المصغرة يتوفر منها عدة أنواع تختلف فيما بينها في الخواص الكهربية **ويمكن تقسيم قواطع الدائرة المصغرة تبعا لخوصها الخاضعة للمواصفات العالمية IEC إلى :-**

١-قواطع دائرة لها خواص B (حديثة) و تقابل خواص L (قديمة)

٢-قواطع دائرة لها خواص C (حديثة) و تقابل خواص U (قديمة)

٣-قواطع دائرة لها خواص D (حديثة)

والجدير بالذكر أن الشركات العالمية المنتجة لقواطع الدائرة المصغرة تنتج أنواع أخرى من الخواص مثل K , G .

علما بأن القواطع التي لها خواص L ,B تستخدم في حماية الموصلات والكابلات أما القواطع التي لها خواص G,K,U,C تستخدم لحماية المحركات الكهربية .

و الجدول (٢-٥) يعرض أهم المواصفات الفنية لقواطع الدائرة المصغرة التي لها خواص B ,C ,L ,U ,K ,G

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول(٢-٥)

الخواص	التيار المقنن A	تيار الفصل التقليدي في زمن أصغر من ساعة	تيار الفصل اللحظي في زمن يتراوح ما بين 0.1 :5 S
B	6 :63	1.45 In	(3 : 5) In
C	6 :63	1.45 In	(5 : 10) In
L	6 :10 16:25 32:63	1.9 In 1.75 In 1.6 In	(3.6 : 5.25) In (3.6 : 4.9) In (3.12 : 4.55) In
U	0.5 : 10 12 : 15 32 : 63	1.9 In 1.75 In 1.6 In	(5.25 : 12) In (4.9 : 11.2) In (4.5 : 10.4) In
K	6 : 63	1.25 In	(7 : 10) In
G	0.5 : 63	1.35 In	(7 : 10) In

والشكل (٢-٤١) يبين طريقة عرض المعلومات الفنية حيث :-

القيمة الحجمية للقاطع وتساوي 1.13 In NR 22

التيار المقنن 16

جهد التشغيل المقنن ~ 220/ 380 V

وهذا القاطع يخضع للمواصفات القياسية الألمانية DVE

سعة تيار القصر 6000

قسم تحديد التيار للقاطع 3

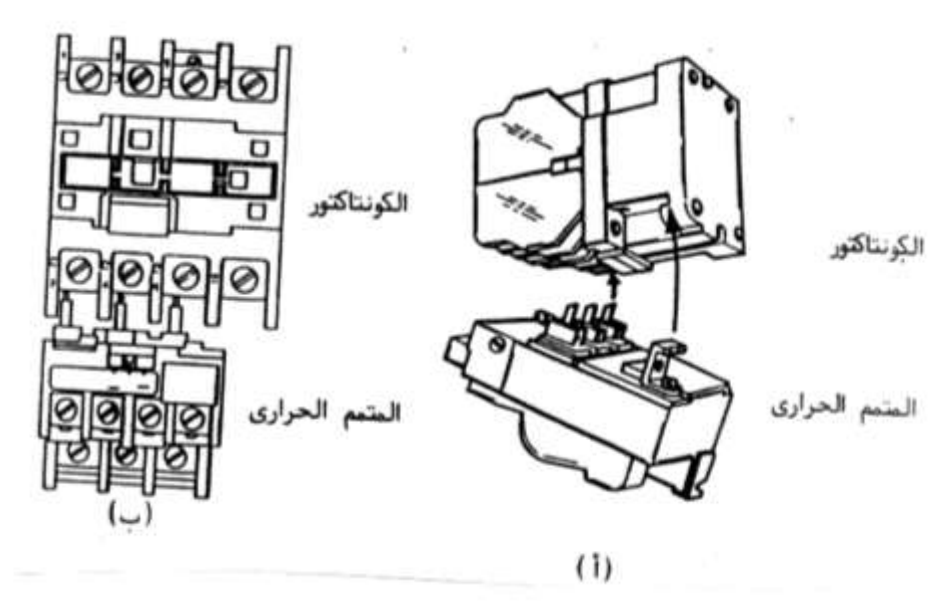
الشكل (٢-٤١)

و قسم 3 يعني أن القاطع يقوم بتحديد تيار القصر بفصله قبل الوصول لقيمته العظمى .

٢-٤-٣ المتممات الحرارية OVER LOADS:-

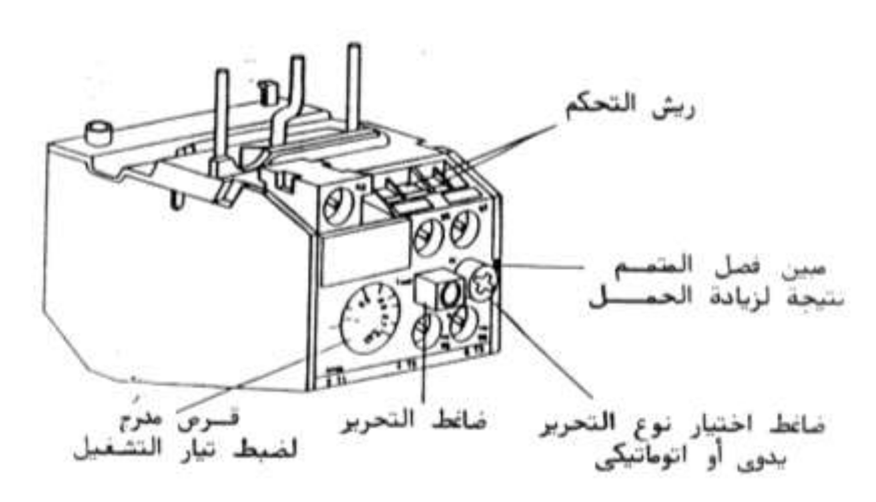
تستخدم المتممات الحرارية في حماية المحركات الكهربية من زيادة الحمل و عادة تثبت المتممات الحرارية أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربيا والشكل (٢-٤٢) يوضح مخطط توضيحي يبين

كيفية تثبيت متمم حراري مع كونتاكتور الشكل (أ) و مخطط توضيحي لكونتاكتور مثبت به متمم حراري الشكل (ب) .



الشكل (٢-٤٢)

وتحتوي المتممات الحرارية على قرص مدرج لضبط تيار التشغيل للمحرك ومكان لاختيار طريقة تحرير المتمم الحراري بعد حدوث زيادة في الحمل يدوياH أو أوتوماتيكيا A وضاغط لتحرير المتمم الحراري يدويا ومبين فصل المتمم الحراري نتيجة لزيادة الحمل وهذا موضح بالشكل(٢-٤٣) .



الشكل (٢-٤٣)

٢-٥ الذاكرات الخارجية External Memories

تستخدم الذاكرات الخارجية لتخزين البرنامج المستخدم وحفظه في إدارات المصانع خوفا من فقده فمن المعروف أن برنامج المستخدم المستقر في RAM لأجهزة التحكم المبرمج يكون محفوظا طالما هناك استمرارية للتيار الكهربي . أما عند انقطاع التيار الكهربي يفقد البرنامج إذا لم يكن هناك مصدر بديل كبطارية ليثيوم موضوعة في المكان المعد لها في جهاز التحكم المبرمج أو أن البطارية فارغة من الشحنة الكهربية علما بأن البطارية عادة يتم استبدالها كل ثلاث سنوات وهناك عدة طرق لتحميل برنامج المستخدم و هي :-

١-الأقراص المرنة Floppy Diskette وتستخدم إذا كان جهاز البرمجة المستخدم هو جهاز كمبيوتر IBM أو موافقاته .

٢-شريط مغناطيسي و هو يشبه شريط التسجيل و لكن يلزم استخدامه وحدة تحميل خاصة لتحويل محتويات الشريط المغناطيسية وهي تشبه أجهزة التسجيل العادية .

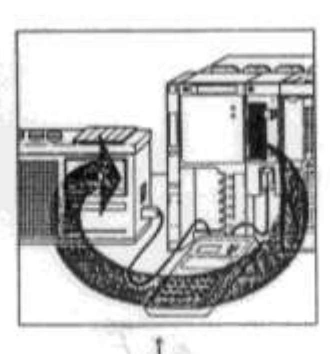
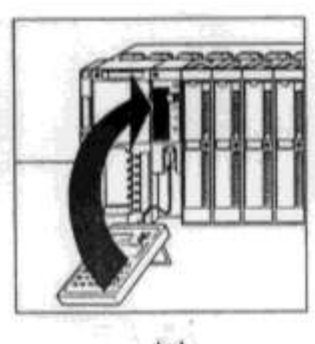
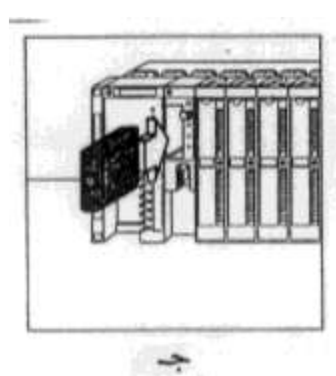
٣-وحدة تخزين مصنوعة من أشباه الموصلات Semi Conductors ويكون لها مكان معد لوضعها في أجهزة التحكم المبرمج وهي تشبه علبة الكبريت و هناك أنواع كثيرة من هذه الذاكرات نذكر منها :-

أ-وحدة القراءة العشوائية ROM :- حيث تحمل ببرنامج المستخدم من قبل الشركة المصنعة أو المنفذة للمصنع و لا يمكن تنفيذ محتوياتها .

ب-وحدة القراءة التي تمسح EPROM :- وهذه الوحدة تحمل ببرنامج التشغيل بواسطة وحدة البرمجة Programmer و لكن لا يمكن تعديل البرنامج المخزن فيها . بل يجب مسحه كليا بتعريضها للأشعة فوق البنفسجية ثم تحميلها بالبرنامج المعدل بعد ذلك .

ج-وحدة القراءة التي تمسح كهربيا EPROM :- وهي تشبه وحدة EPROM في طريقة برمجتها ، ولكن لا يمكن تعديل البرنامج المخزن فيها بل يجب مسحه كليا وذلك بجهاز البرمجة ثم تحميلها بالبرنامج المعدل بعد ذلك .

و الشكل (٢-٤٤) يبين طريقة إدخال وحدة ذاكرة EEPROM في المكان المعد لها في جهاز PLC الشكل (أ) وطريقة نقل برنامج التشغيل في وحدة الذاكرة الخارجية EPROM (الشكل ب) وطريقة نقل برنامج محمل في وحدة ذاكرة EPROM إلى شريط تسجيل باستخدام وحدة برمجة تمسك باليد ووحدة تحميل مغناطيسية (جهاز تسجيل) (الشكل جـ) .

أ ب جـ

الشكل (٢-٤٤)

٢-٦ أجهزة البرمجة Programmers

تقوم أجهزة البرمجة بإدخال برنامج المستخدم ليستقر داخل ذاكرة RAM لأجهزة التحكم المبرمج و هناك عدة أنواع من أجهزة البرمجة و هي كالتالي :-

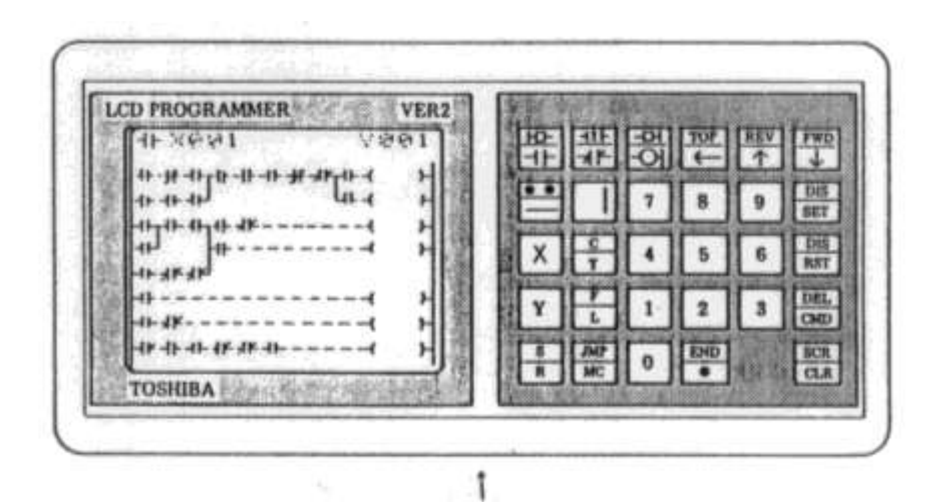
١-جهاز برمجة يمسك باليد Hand Programmer

٢-جهاز برمجة يوضع فوق المكتب Desk Programmer

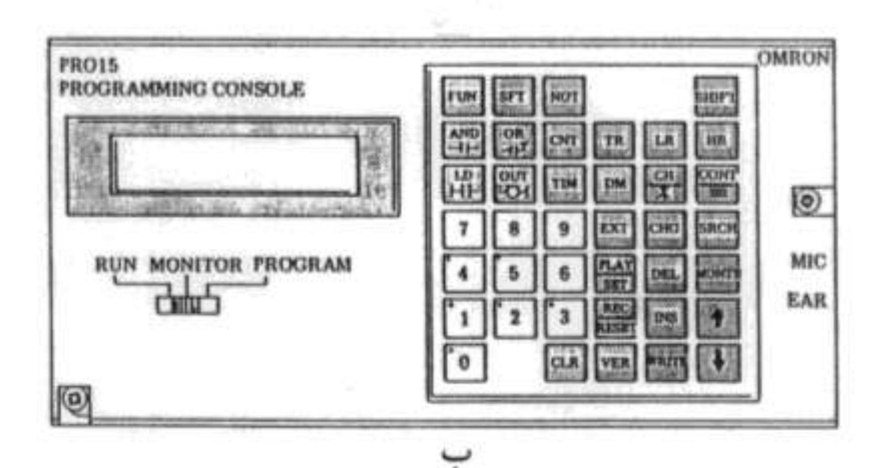
٣-كمبيوتر IBM أو موافقاته يتم تحميله ببرنامج معد من قبل الشركة المصنعة لجهاز التحكم المبرمج وعادة فإن الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج توفر برامج تعمل تحت DOS أو تحت Windows ويمكن استخدامها من أجل إمكانية استخدام جهاز الكومبيوتر كجهاز برمجة وتتميز أجهزة الكمبيوتر المستخدمة بأي لغة من لغات أجهزة التحكم المبرمج (ارجع للفقرة ١-٨)

وكذلك يمكن حفظ البرنامج إما في القرص الصلب Hard Disk أو في القرص المرن Flopy Disk أو في قرص CD ROM .

والشكل (٢-٤٥) يعرض نموذجين لأجهزة برمجة تحمل باليد أحدهما لشركة Toshiba ويعمل بلغة الشكل السلمي (الشكل أ) والآخر لشركة Omron ويعمل بلغة قائمة الجمل (الشكل ب)



أ



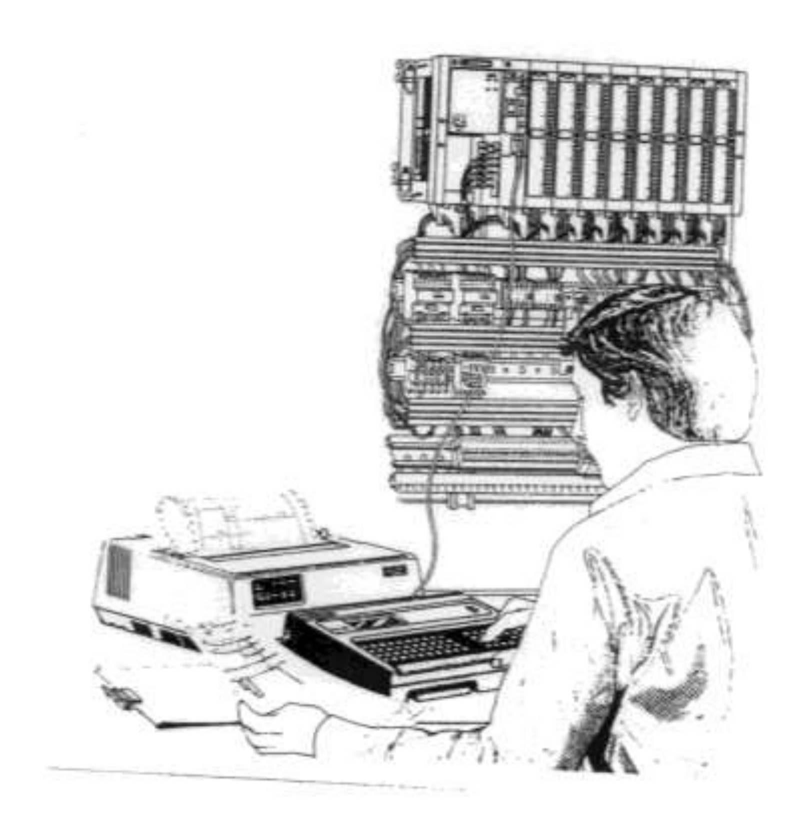
ب

الشكل (٢-٤٥)

٢-٧ الطابعات Printers

وتستخدم الطابعات مع أجهزة التحكم المبرمج لطباعة البرامج المستخدمة أو لعمل تقارير كاملة

توضح أنواع الأعطال و زمن و تاريخ حدوثها و كذلك زمن وتاريخ إصلاحها وهذه التقارير مفيدة جدا لإدارات المصانع و الشكل (٢-٤٦) يوضح طريقة تحميل جهاز PLC ببرنامج التشغيل ليستقر في ذاكرته الداخلية و ذلك باستخدام جهاز برمجة يثبت على المكتب لشركة تليمكنيك الفرنسية علما بأنه يمكن طباعة برنامج التشغيل بالطابعة بمعاونة جهاز البرمجة . إذا كان من النوع المحمول باليد أما في حالة استخدام الكمبيوتر كجهاز برمجة فتستخدم الطابعات المعتادة مع الكمبيوتر في الطابعة .



الشكل (٢-٤٦)

٢-٨ جهاز المتابعة و التعديل Operator Panel

ويوصل هذا الجهاز بصفة مستديمة مع جهاز التحكم المبرمج ويتعامل معها مشغل الآلة أو مشغل المصنع ويتيح هذا الجهاز فرصة تعديل ثوابت جميع المؤقتات الزمنية ، والعدادات الداخلية أثناء التشغيل ، كذلك تقوم بعرض رسائل تحليل الأعطال التي تساعد المشغل على معرفة الأعطال

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الموجودة بالنظام ، ويعد جهاز المتابعة والتعديل هو النافذة التي يتعرف بها المشغل على كل ما يدور بداخل العملية الصناعية والتعديل إن لزم الأمر والشكل (٢-٤٧) يبين طريقة استخدام المشغل لجهاز المتابعة والتعديل(لوحة المشغل) فيمكن من خلال لوحة المشغل والمراقبة تشغيل أي عنصر في نظام التحكم مثل تشغيل أي محرك وكذلك تغيير جميع ثوابت المؤقتات والعدادات والثوابت العددية KT , KC , KF المخزنة في بلوكات البيانات DATA BLOCKS وأيضا إعطاء رسائل عن المشاكل التي تحدث مثل :-



الشكل (٢-٤٧)

M1_ Over _ Loaded
Cabinet _ C2
Diagram _ A7

و هذه الرسالة تعني حدوث زيادة في الحمل على المحرك M1 و أجهزة بدأ المحرك موجودة في الكابينة C2 و المخطط الكهربي للمحرك موجود في المخطط A7 كما يمكن إعطاء المزيد من المعلومات عن العنصر الذي حدث به المشكلة مثل :-

M1 : Power _24 Kw
In= 44 A _ Ir = 48 A
Screw Conveyor # 20

أي أن المحرك M1 قدرته 24 Kw و تياره المقنن 44 A و تيار فصل القاطع 48 A وهو يدير بريمة نقل الخامات رقم 20. وحتى تتضح وظيفة لوحة المشغل بصورة أفضل سنتناول لوحة المشغل Op 393 لشركة Siemens فهي معدة لتعطي 32 رسالة كل رسالة تتكون من 16 حرف كحد أقصى على سبيل المثال :-

–M1 – Over – Loaded –

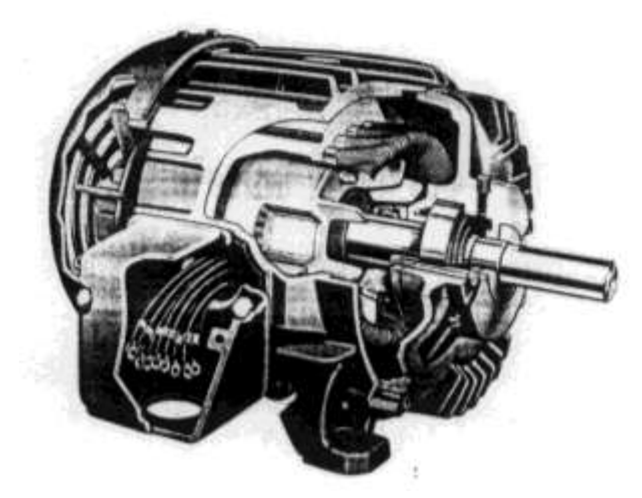
و الجدول (٢-٦) يبين خانات الذاكرة الخاصة بالرسائل المختلفة للوحة المشغل Op 393 وهو من إنتاج شركة Siemens ويمكن إخراج أي رسالة بجعل حالة خانة الذاكرة المشيرة إليها عالية .

الجدول (٢-٦)

رقم الرسالة	وحدة الذاكرة	رقم الرسالة	وحدة الذاكرة
الرسالة رقم 17	F 2.7	الرسالة رقم 1	F 0.7
الرسالة رقم 18	F 2.6	الرسالة رقم 2	F 0.6
الرسالة رقم 19	F 2.5	الرسالة رقم 3	F 0.5
الرسالة رقم 20	F 2.4	الرسالة رقم 4	F 0.4
الرسالة رقم 21	F 2.3	الرسالة رقم 5	F 0.3
الرسالة رقم 22	F 2.2	الرسالة رقم 6	F 0.2
الرسالة رقم 23	F 2.1	الرسالة رقم 7	F 0.1
الرسالة رقم 24	F 2.0	الرسالة رقم 8	F 0.0
الرسالة رقم 25	F 3.7	الرسالة رقم 9	F 1.7
الرسالة رقم 26	F 3.6	الرسالة رقم 10	F 1.6
الرسالة رقم 27	F 3.5	الرسالة رقم 11	F 1.5
الرسالة رقم 28	F 3.4	الرسالة رقم 12	F 1.4
الرسالة رقم 29	F 3.3	الرسالة رقم 13	F 1.3
الرسالة رقم 30	F 3.2	الرسالة رقم 14	F 1.2
الرسالة رقم 31	F 3.1	الرسالة رقم 15	F 1.1
الرسالة رقم 32	F 3.0	الرسالة رقم 16	F 1.0

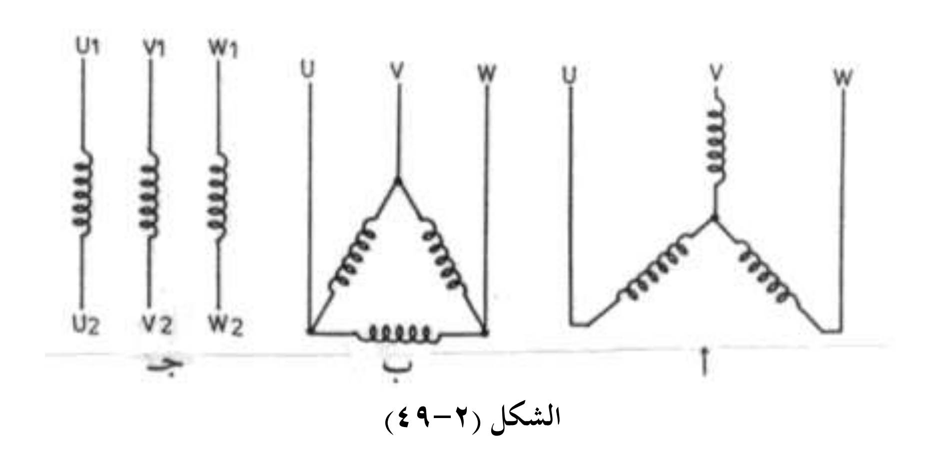
٢-٩ المحركات الاستنتاجية الثلاثية الوجه

تتكون المحركات الإستنتاجية من عضو ثابت وآخر دوار كلاهما مصنوع من رقائق الصلب السيليكوني أما العضو الثابت فيكون على شكل أسطوانة مفرغة من الداخل و مشكل فيها أسنان و مجاري داخلية و يمدد داخل هذه المجاري الملفات الثلاثية للمحرك في حين أن العضو الدوار يكون على شكل أسطوانة مصمتة ومشكل فيها من الخارج مجاري طولية يمر فيها قضبان نحاسية مقصورة من



الشكل (٢-٤٨)

نهايتها بحلقتين معدنيتين فيتشكل ما يشبه قفص السنجاب و الشكل (٢-٤٨) يعرض نموذج لمحرك استنتاجي ثلاثي الوجه .



الشكل (٢-٤٩)

و الشكل (٢-٤٩) يعرض طرق توصيل الملفات الثلاثية للمحركات الإستنتاجية الثلاثية الوجه .

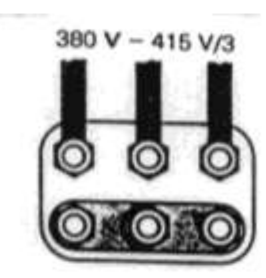
فالشكل (أ) يبين طريقة توصيل النجما Y .

و الشكل (ب) يبين طريقة توصيله الدلتا Δ.

والشكل (جـ) يبين شكل ملفات المحرك والتي يمكن توصيلها خارجيا إما نجما Y أو دلتا Δ.

ويطلق عليها محركات (YΔ) .

و تتوقف طريقة توصيل ملفات المحركات الاستنتاجية الثلاثية الوجه على جهد المصدر فبالنسبة للمحرك (220 / 380 V) (Δ/ Y) فيوصل المحرك دلتا إذاكان جهد المصدر 220 V ويوصل المحرك نجما Y إذاكان جهد المصدر 380 V . و الشكل (٢-٥٠) يبين طريقة توصيل هذه المحركات دلتا (الشكل أ) و نجما (الشكل ب) .

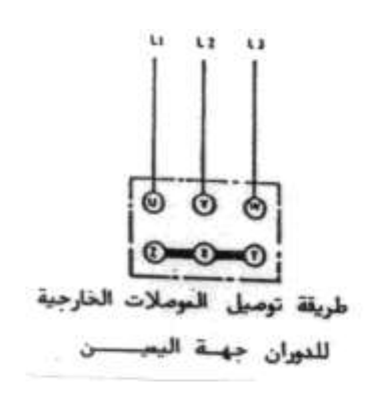


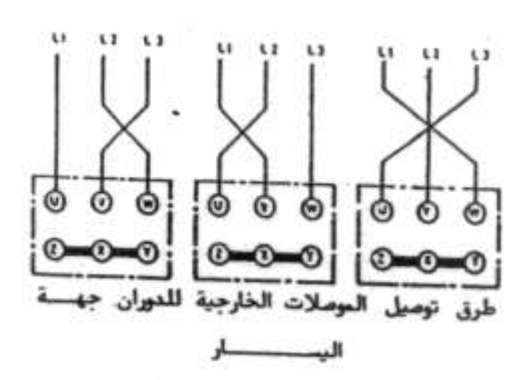


الشكل (٢-٥٠)

أما الشكل (٢-٥١)فيبين طريقة توصيل محرك موصل نجما للدوران في اتجاه عقارب الساعة (اليمين) .

وللدوران في عكس عقارب الساعة (اليسار) و يلاحظ أنه لعكس اتجاه حركة المحرك يجب أن يبدل طرفين من أطراف المحرك الموصلة بالمصدر الكهربي .





الشكل (٢-٥١)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الثالث

أساسيات البرمجة

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أساسيات البرمجة

٣-١ أنواع البرامج

سنتعامل في هذا الكتاب بلغة Step – 5 الخاصة بشركة Siemens نظرا للانتشار الكبير لأجهزة Siemens في الوطن العربي و في هذه اللغة تقسم البرامج إلى :-

١-برامج خطية Linear Programs

٢-برامج مركبة Structure Programs

وحتى يتثنى لنا معرفة الفرق بين البرامج الخطية و البرامج المركبة سنتناول الأنواع المختلفة من المساحات المستخدمة في تخزين البرامج و التي تختلف باختلاف التطبيق و يطلق عليها بلوكات وهم كما يلي :-

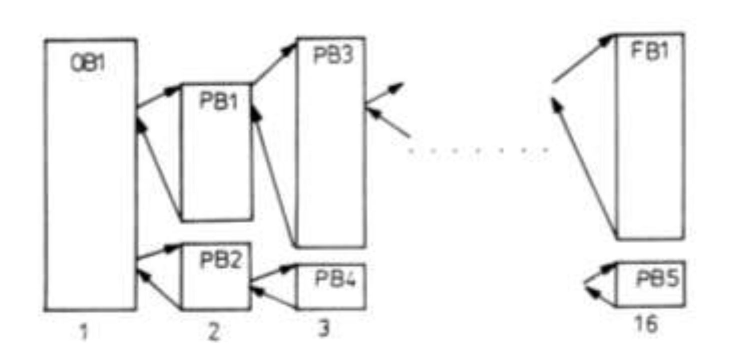
١- بلوكات تنظيمية OB'S .

٢- بلوكات برامج PB'S .

٣- بلوكات FB'S .

٤- بلوكات بيانات DB'S .

و في حالة البرامج الخطية فإن البرنامج يوضع بكامله داخل بلوك واحد أما في حالة البرامج المركبة فيستخدم عدة بلوكات مختلفة بالطريقة المبينة بالشكل (٣-١) حيث يبدأ البرنامج من البلوك التنظيمي OB 1 و بواسطة عمليات القفز المشروط والغير مشروط يمكن القفز إلى بلوكات برامج PB'S أو بلوكات وظيفية FB'S وذلك من بلوك لأخر و كذلك يمكن استدعاء أي بلوك بيانات للحصول على بعض كلمات البيانات المخزنة فيه بحيث يكون أقصى عدد للمستويات في البرنامج المركب 16 مستوى .



الشكل (٣-١)

والجدول(٣-١) يعرض العمليات المختلفة التي يمكن إجراؤها والبلوكات التي يمكن أن تجري فيها.

الجدول (٣-١)

نوع العملية	نوع البلوك	نوع العملية	نوع البلوك
العمليات الثنائية	OB,PB,FB	استدعاء بلوكات البيانات	OB,PB,DB
القلابات	OB,PB,FB	تخزين البيانات	DB
المؤقتات الزمنية	OB,PB,FB	العمليات المنطقية	OB,PB,FB
العدادات	OB,PB,FB	عمليات الإزاحة	FB
عمليات التحميل والنقل	OB,PB,FB	عمليات الزيادة بـ(1:255)	FB
علميات المقارنة	OB,PB,FB	عمليات النقصان بـ(1:255)	FB
الجمع و الطرح	OB,PB,FB	حاكم تناسب تفاضلي تكاملي PID	OB 251
الضرب	FB 242	التوقف عند تلف البطارية	OB 34
القسمة	FB 243	التوقف عند انقطاع التيار ثم عودته	OB 21 ,OB 34
قراءة القيم المداخل التناظرية	FB 250		

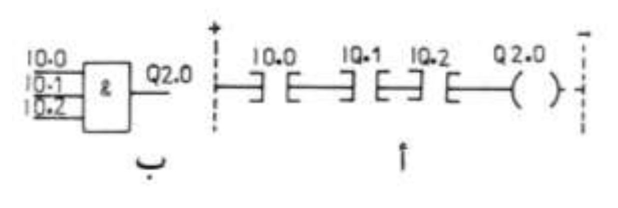
نوع العملية	نوع البلوك
إخراج قيم المخارج التناظرية	FB 251
تحويل الكود	FB 240,FB 241
القفز داخل البرنامج	FB
القفز من بلوك لآخر	OB,PB,FB

٣-٢ العمليات المنطقية الثنائية Binary Logic Operation

وهي العمليات التي كانت تجرى في نظم التحكم بالريليهات الكهرومغناطيسية مثل بوابة NOT وبوابة YES و بوابة AND و بوابة OR و القلاب R-S (Flip Flop) .

٣-٢-١ بوابة AND

الشكل (٣-٢) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) و الشكل المنطقي CSF (ب) لبوابة AND بثلاثة مداخل و هم I 0.2, I 0.1, I 0.0 والمخرج Q2.0 .



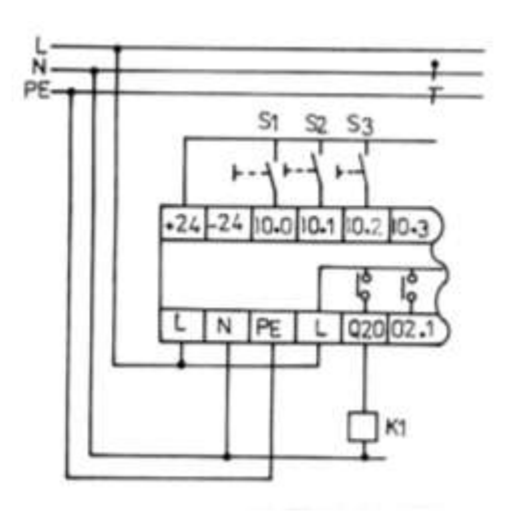
الشكل (٣-٢)

و فيما يلي قائمة الجمل **STL** :-

العملية	البيانات
A	I 0.0
A	I 0.1
A	I 0.2
=	Q2.0

والشكل (٣-٣) مخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام ثلاثة أجهزة مداخل وهم S1,S2,S3 و الكونتاكتور K1 كجهاز مخارج فعند الضغط على الضواغط S1,S2,S3 في آن واحد يصل جهد كهربي و مقداره V 24+ إلى المداخل I 0.0,I 0.1, I0.2 لجهاز PLC فتنعكس حالة في المداخل في الشكل السلمي فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة فيمر تيار كهربي من

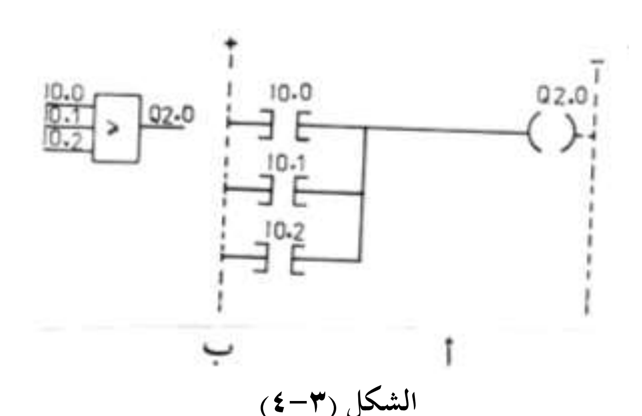
القطب الموجب إلى القطب السالب فيعمل الريلاي الداخل Q2.0 لجهاز PLC ويصبح جهد المخرج Q 2.0 مساويا لجهد الوجهـL فيكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 ويعمل الكونتاكتور ولكن بمجرد إزالة الضغط عن أحد الضواغط الثلاثة ينقطع مسار التيار للمخرج Q 2.0 وتباعا يصبح جهد المخرج Q2.0 صفرا وينقطع مسار الكونتاكتور K1.



الشكل (٣-٣)

٣-٢-٢ بوابة OR

الشكل (٣-٤) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لبوابة OR بثلاثة مداخل وهي I 0.0,I 0.1,I 0.2 والمخرج Q 2.0 .



ب أ

الشكل (٣-٤)

وفيما يلي قائمة الجمل لبوابة OR :-

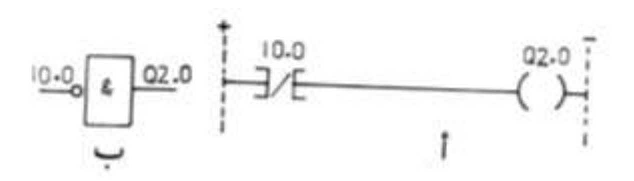
I 0.0	O.
I 0.1	O.
I 0.2	O.
Q 2.0	=

وفي مخطط التوصيل مع جهاز PLC . نستخدم ثلاثة أجهزة مداخل و هم S1,S2,S3 و الكونتاكتور K1 كجهاز مخرج كما هو مبين بالشكل (٣-٥) و يكتمل مسار الكونتاكتور K1 عند الضغط على أحد الضواغط S1,S2,S3 على الأقل .

الشكل (٣-٥)

٣-٢-٣ بوابة النفي NOT

الشكل (٣-٦) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) و الشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لبوابة النفي NOT لها المدخل I 0.0 و المخرج Q 2.0 .



الشكل (٣-٦)

وفيما يلي قائمة الجمل لبوابة النفي :-

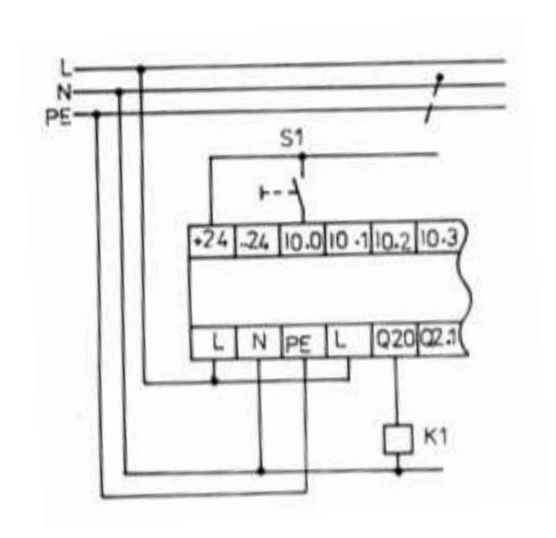
البيانات	العملية
I 0.0	AN
Q 2.0	=

والشكل (٣-٧) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام الضاغط S1 كمدخل والكونتاكتور K1 كمخرج .

ويعمل الكونتاكتورK1 بمجرد توصيل التيار الكهربي لجهاز PLC وعمل تشغيل RUN للجهاز.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

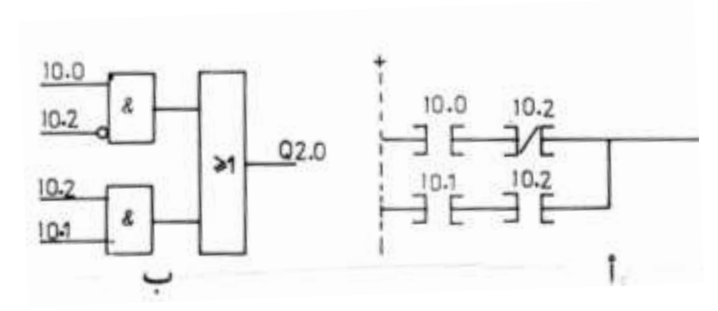
ولكن عند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.0 فتنعكس حالة المدخل I 0.0 في الشكل السلمي فتفتح الريشة المغلقة وينقطع مسار تيار المخرجQ2.0 ومن ثم ينقطع التيار الكهربي عن الكونتاكتور K1 .



الشكل (٣-٧)

٣-٢-٤ دائرة مركبة من بوابتين AND و بوابة OR

الشكل (٣-٨) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لدائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR .



الشكل (٣-٨)

وفيما يلي قائمة الجمل بطريقتين مختلفتين :-

الطريقة الأولى :-

البيانات	العملية	البيانات	العملية
I 0.1	A	I 0.0	A
I 0.2	A	I 0.2	AN
Q 2.0	=		O

الطريقة الثانية :-

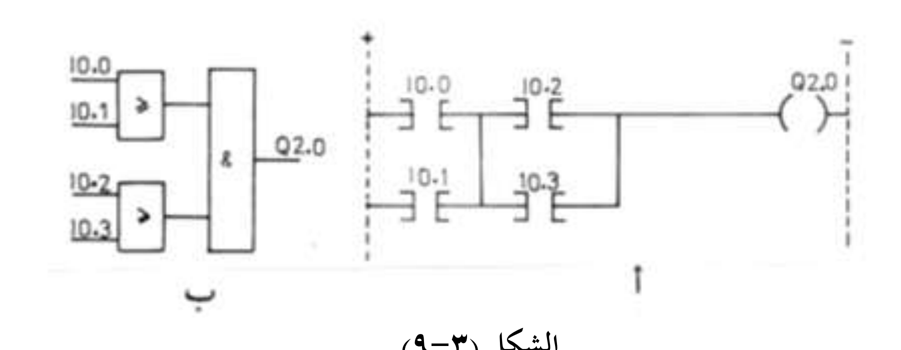
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

البيانات	العملية	البيانات	العملية
I 0.1	A		O(
I 0.2	A	I 0.0	A
	)	I 0.2	AN
Q 2.0	=		)
			O(

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة باستخدام ثلاثة ضواغط S1,S2,S3 والكونتاكتورK1 ويتم توصيلهم بجهاز PLC تماما كما هو مبين بالشكل (٣-٥) والجدير بالذكر أن حالة المخرج Q2.0 تكون 1 عندما تكون حالة المدخل I 0.0 مساوية1 أو عندما تكون حالة كلا من I0.1,I0.2 مساوية 1 ويحدث ذلك عند الضغط على الضاغط S1 أو الضواغط S2,S3 أو جميع الضواغط S1,S2,S3 .

٣-٢-٥ دائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND

الشكل (٣-٩) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) وذلك لدائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND .



الشكل (٣-٩)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

البيانات	العملية
	A(
I 0.0	ON
البيانات	العملية
I 0.1	O.
	)

```
A(
O.      I 0.2
O.      I 0.3
=       Q2.0
```

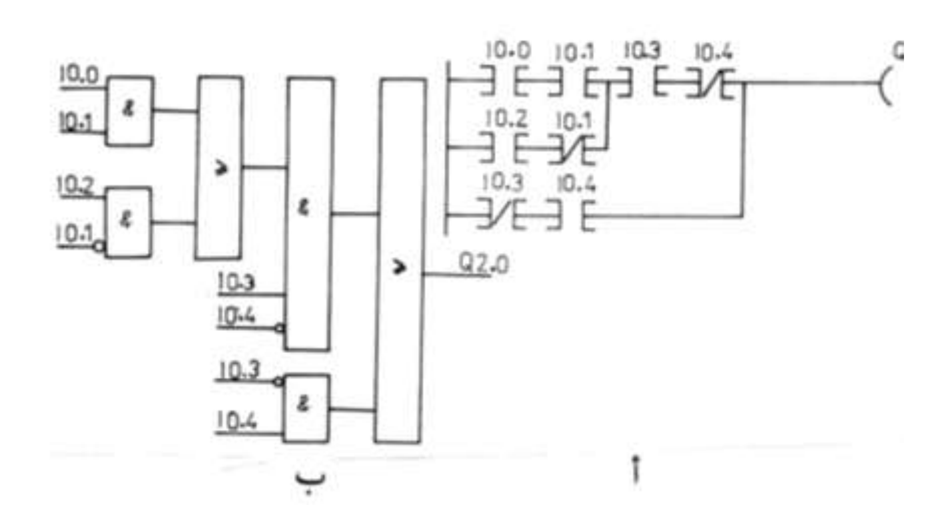
ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة باستخدام أربعة ضواغط مفتوحة S1,S2,S3,S4 توصل بالمداخل I 0.0,I 0.1,I 0.2,I 0.3 و الكونتاكتور K1 يوصل بالمخرج Q 0.2 . و الجدير بالذكر أن حالة المخرج Q 2.0 تكون 1 في عدة حالات منها عندما تكون حالة المدخل I0.2 مساوية 1 أو حالة المداخل I 0.1 , I 0.3 مساوية 1 ويحدث ذلك بالضغط على الضاغط S3 أو الضاغطين S2 ,S4 .

ملاحظة هامة :-

- تستخدم)A لعمل AND لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية السابقة RLO.
- تستخدم)O لعمل OR لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية السابقة RLO .
- تستخدم O لعمل OR بين بوابتين AND .

٣-٢-٦ دائرة مركبة تتكون من ستة بوابات

الشكل (٣-١٠) يعرض الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF الشكل (ب) لدائرة مركبة تتكون من أربعة بوابات AND وبوابتين OR .



الشكل (٣-١٠)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

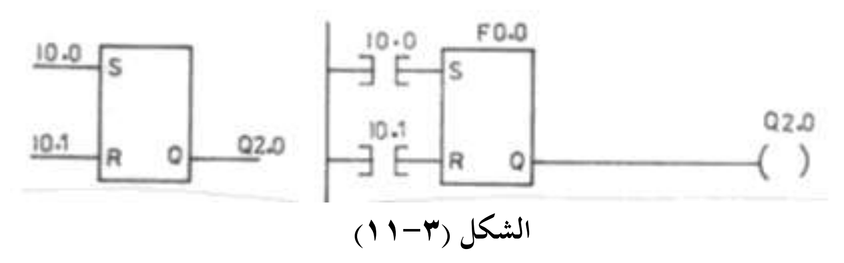
العملية	البيانات	العملية	البيانات
O(		)	
A(		A	I 0.3
A	I 0.0	AN	I 0.4
A	I 0.1	)	
O		O(	
A	I 0.2	AN	I 0.3
AN	I 0.1	A	I 0.4
		)	

و يمكن تنفيذ هذه الدائرة باستخدام خمس ضواغط بريش مفتوحة وهم S1,S2,S3,S4,S5 موصلة مع المداخل I 0.0,I 0.1,I 0.2,I 0.3,I 0.4 و الكونتاكتور K 1 موصل مع المخرج Q 2.0 . ويعمل K1 عند وصول إشارة عالية للمداخل I 0.0,I 0.1,I 0.3 أو المداخل I 0.2,I0.3 أو المدخل I 0.4 .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٣-٢-٧ القلاب RS Flip Flop RS

الشكل (٣-١١) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقيCSF(الشكل ب) لقلاب RS بأفضلية للتحرير .

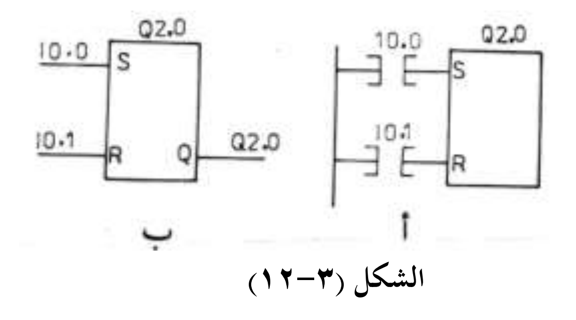


الشكل (٣-١١)

وفيما يلي قائمة الجمل STL :-

العملية	المعاملات	العملية	المعاملات
A	I 0.0	R	F 0.0
S	F 0.0	A	F 0.0
A	I 0.1	=	Q 2.0

فعند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.0 تصل إشارة عالي لمدخل الإمساك S للقلاب فتكون حالة الذاكرة الداخلية F0.0 مساوية 1 حتى ولو أصبحت حالة المدخل I 0.0 مساوية 0 و لكن بمجرد وصول إشارة عالية المدخل I 0.1 تصل إشارة عالية تحرير القلاب ، فتصبح حالة F0.0 مساوية 0 علما بأنة عند وصول إشارتين عاليتين للمدخلين I 0.0,I 0.1 تظل حالة العلم F 0.0مساوية 0 لأن هذا القلاب بأفضلية للتحرير RESET علما بأن حالة المخرج Q2.0 تكون عالية طالما أن حالة القلاب 0.0 F مساوية 1 . والشكل (٣-١٢) يبين صورة أخرى لقلاب R-S ذات الأفضلية للتحرير بدون استخدام وحدة ذاكرة داخلية ولتنفيذ هذا القلاب يتم توصيل الضاغط S1 مع I 0.0 و الضاغط S2 مع I 0.1 والكونتاكتور K1 مع المخرج Q 2.0 .



الشكل (٣-١٢)

وفيما يلي قائمة الجمل STL :-

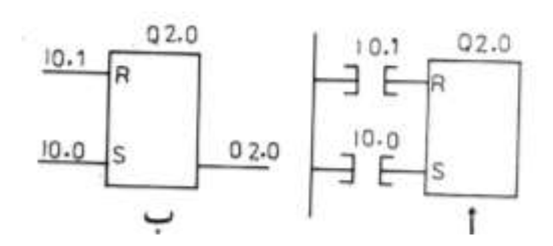
المعامل	العملية
I 0.0	A
Q2.0	S
I 0.1	A
Q2.0	R

فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.0 فيحدث إمساك للقلاب Q2.0 و تصبح حالته 1 وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.1 فيحدث تحرير للقلاب Q 2.0 وتصبح حالته 0 ويعمل الكونتاكتور K1 عندما تكون حالته Q2.0 مساوية 1 وعند الضغط على الضاغطين S1,S2 في آن واحد تصل إشارتين عاليتين لكلا من I 0.1, I 0.0 و نظرا لأن الأفضلية للتحرير لذلك تظل حالة القلاب Q 2.0 مساوية 0 .

والشكل (٣-١٣) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF بأفضلية للإمساك .

وفيما يلي قائمة الجمل STL

المعامل	العملية
I 0.1	A
Q 2.0	R
I 0.0	A
Q 2.0	S



الشكل (٣-١٣)

وتختلف نظرية تشغيل قلاب R-S بأفضلية الإمساك عن قلاب R-S بأفضلية التحرير عدا أنه عند الضغط على الضاغطين S1,S2 تصل إشارتين عاليتين للمدخلين I0.0, I0.1 ففي حالة قلاب R-S بأفضلية للإمساك تصبح حالة القلاب Q2.0 مساوية 1 و بالتالي يعمل K 1 .

٣-٣ المؤقتات الزمنية Timers

تعتبر المؤقتات الزمنية هي أحد البلوكات الوظيفية المتاحة في أجهزة PLC

و هناك خمسة أنواع من المؤقتات الزمنية و هم :-

١- مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل On – Delay Timer

٢- مؤقت زمني نبضي Pulse Timer

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

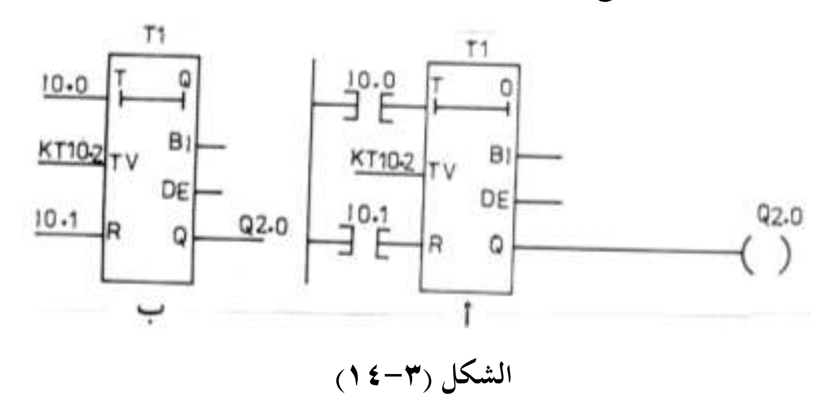
٣- مؤقت زمني يؤخر عند الفصل Off Delay Timer

٤- مؤقت زمني نبضي ممتد Extended Pulse Timer

٥- مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل بإمساك Latching On Delay Timer

٣-٣-١المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل Delay On Timer

الشكل (٣-١٤) يعرض الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF لمؤقت زمني يؤخر عند التوصيل له خرج BIT .



الشكل (٣-١٤)

و فيما يلي قائمة الجمل STL

العملية	المعاملات
A	I 0.0
L	KT 10.2
SD	T 1
A	I0.1
R	T 1
A	T 1
=	Q 2.0

والشكل (٣-١٥) يبين المخطط الزمني للمؤقت الذي يؤخر عند التوصيل فعندما تصبح حالة المدخل I 0.0 عالية لمدة أكبر من زمن التأخير T المعاير عليه المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليا بعد مرور زمن التأخير T ويظل عاليا طالما أن حالة المدخل I 0.0 عالية . عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I 0.1 تصبح حالة المخرج Q 2.0 مساوية 0 فورا .

الشكل (٣-١٥)

ويكتب زمن التأخير المؤقت بصورة KT X.Y ويمكن تعيين قيمة الزمن من العلاقة :-

$$T = X.(T_B)$$

ويمكن تعيين زمن الأساس T_B بدلالة Y من الجدول (٣-٢) .

الجدول (٣-٢)

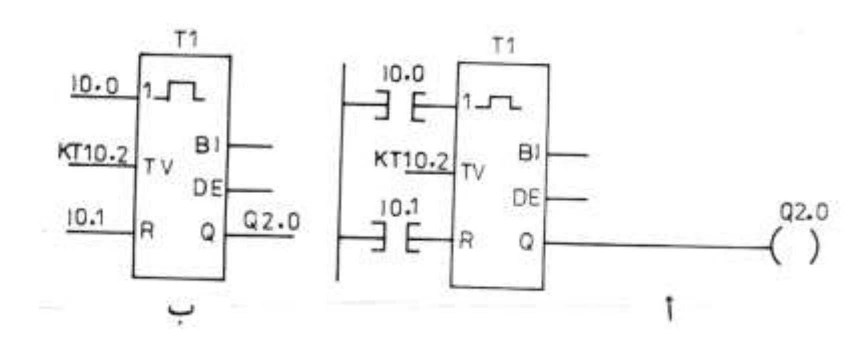
Y	0	1	2	3
T_B	0.01 S	0.1 S	1 S	10 S

و في هذه الحالة فإن زمن المؤقت يساوي :-

$$T = 10 * 1 S = 10 S$$

٣-٣-٢ المؤقت الزمني النبضي Pulse Timer

الشكل (٣-١٦) يعرض الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لمؤقت زمني نبضي له خرج خانة واحدة Bit



الشكل (٣-١٦)

وفيما يلي قائمة الجمل STL

العملية	المعاملات
A	I 0.0
L	KT 10.2
SP	T1
A	I 0.1
R	T1
A	Y1
=	Q2.0

و يلاحظ أن قائمة الجمل لا تختلف عن المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل إلا في وظيفة المؤقت SPT 1بدلا من SDT 1 . والشكل (٣-١٧) يبين المخطط الزمني للمؤقت النبضي

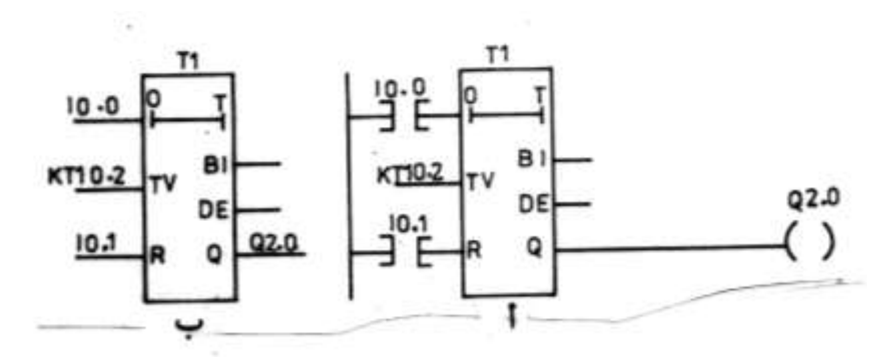
فعندما تكون حالة المدخل I 0.0 عالية لمدة أكبر من زمن النبضة T المعاير عليها المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليا لمدة زمنية T .

وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة المخرج Q2.0مساوية 0فورا

الشكل (٣-١٧)

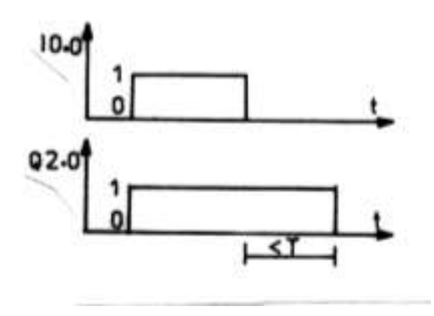
٣-٣-٣ المؤقت الزمني الذي يؤخر عند الفصل Off Delay Timer

الشكل (٣-١٨) يعرض الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF(الشكل ب) لمؤقت زمني يؤخر عند الفصل له خرج خانة .



الشكل (٣-١٨)

و لا تختلف قائمة الجمل STL عن القوائم للمؤقتات السابقة إلا في وظيفة المؤقت والتي تكون SFT 1 . و الشكل (٣-١٩) يبين المخطط الزمني للمؤقت الذي يؤخر عند الفصل فبمجرد وصول إشارة عالية للمدخل I 0.0 تصبح حالة Q2.0 عالية و عندما تصبح حالة المدخل I 0.0 مساوية 0 تظل حالة المخرج Q2.0 عالية لمدة زمنية مقدارها T



الشكل (٣-١٩)

وذلك عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I 0.1 تصبح حالة المخرج Q 2.0 مساوية0فورا.

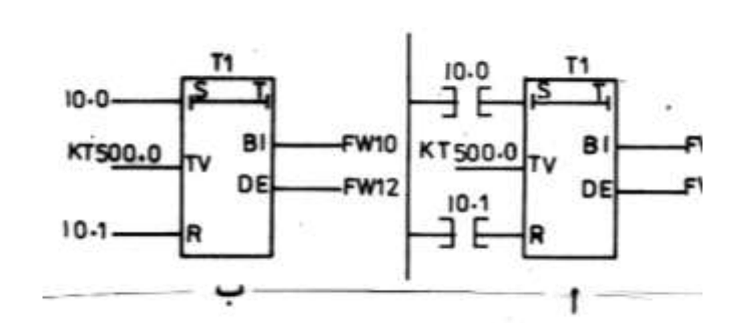
٣-٣-٤ المؤقت الزمني النبضي الممتد Extended Pulse Timer

هو حالة خاصة من المؤقت النبضي فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I 0.0 ولو للحظة تخرج نبضة كاملة من المخرج Q 2.0 و لا يختلف المؤقت الزمني النبضي الممتد عن العادي إلى في الوظيفة و التي تكون SET 1 بدلا من SPT 1 .

٣-٣-٥ المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل بإمساك Latching On Delay

المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل بإمساك هو حالة خاصة من المؤقت الذي يؤخر عند التوصيل فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I 0.0 ولو للحظة تصبح حالة المخرج Q 2.0 عالية بعد تأخير زمني مقداره T و لا يختلف المؤقت الزمني بإمساك عن العادي إلا في الوظيفة والتي تكون SST1 بدلا من SDT 1 .

و الجدير بالذكر أن جميع المؤقتات لها خرج ثنائي BCD على المخرج DE و الشكل (٣-٢٠) يبين الشكل السلمي(أ) والمنطقي (ب) لمؤقت زمني يؤخر عند التوصيل بإمساك له خرج ثنائي على كلمة البيانات FW10 وخرج على المخرج العشري المكود ثنائيا على كلمة البيانات FW12 .



الشكل (٣-٢٠)

والجدير بالذكر أن قيمة خرج المؤقت على المخارج BI , DE تمثل القيمة الجارية للمؤقت علما بأنه في بادئ التشغيل تكون القيمة الجارية للمؤقت هي الزمن الكلي فمثلا في الحالة التي بصددها تكون 500 و بعد مرور S 0.01 ثانية تصبح 499 و بعد مرور S 0.01 ثانية أخرى تصبح 498 و هكذا حتى تصبح صفرا بعد مرور خمس ثواني من بداية التشغيل والشكل (٣-٢١) يبين كلا من FW 10 , FW 12 عندما كانت القيمة الجارية للمؤقت 400 .

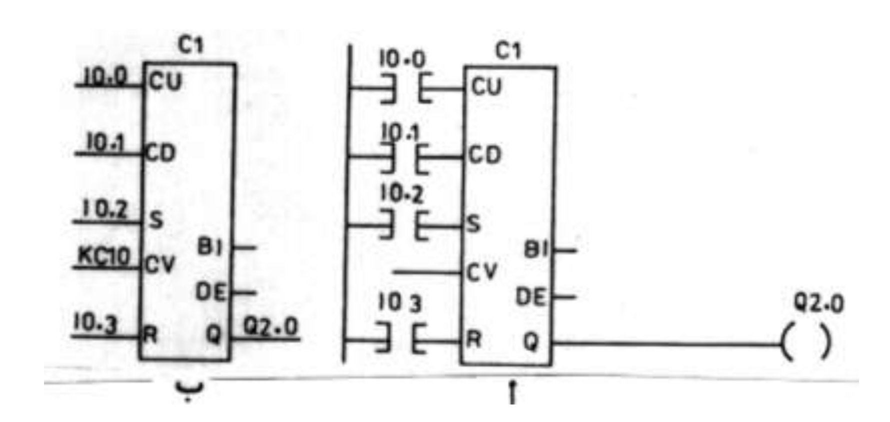
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٣-٢١)

٣-٤ العدادات Counters

الشكل (٣-٢٢) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لعداد يمكن تشغيله تصاعديا من المدخل I 0.0 و تنازليا من المدخل I 0.1 ويتم تحميله بالعدد 10 من المدخل I 0.1 و يتم تحريره من المدخل I 0.3 .



الشكل (٣-٢٢)

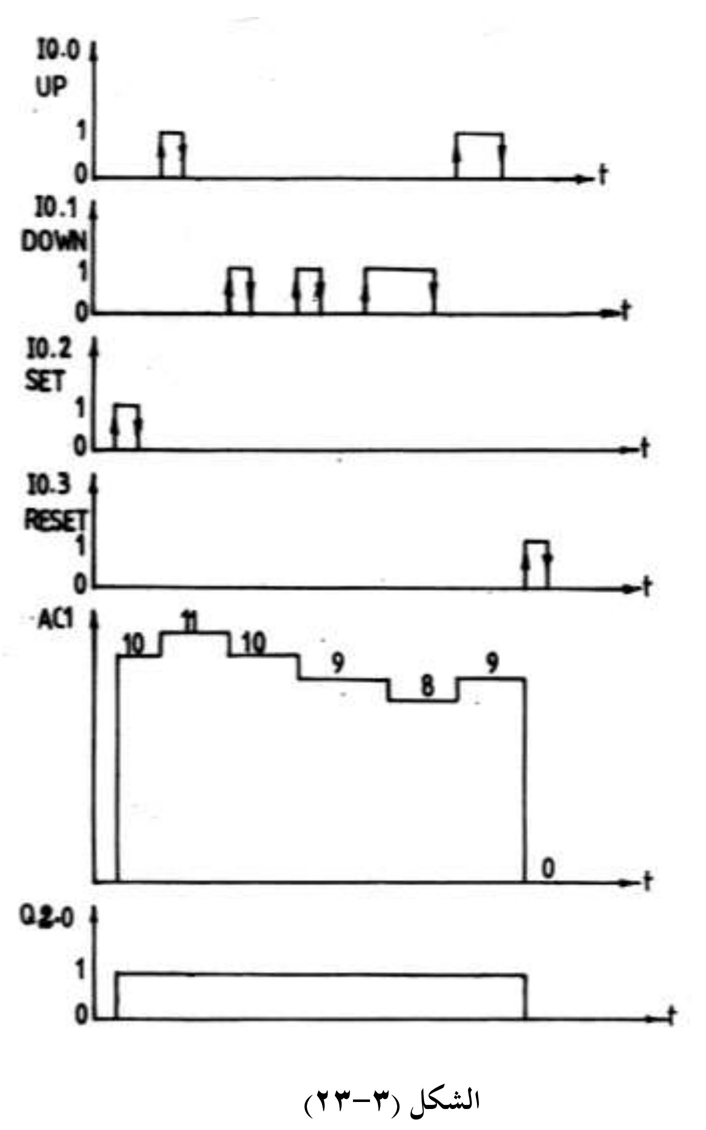
وفيما يلي قائمة الجمل STL

العملية	البيانات
A	I 0.0
CU	C 1
A	I 0.1
CD	C 1
A	I 0.2
L	KC 10
S	C 1
A	I 0.2

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

R	C 1
A	C 1
=	Q 2.0

والشكل (٣-٢٣) يبين المخطط الزمني لهذا العداد



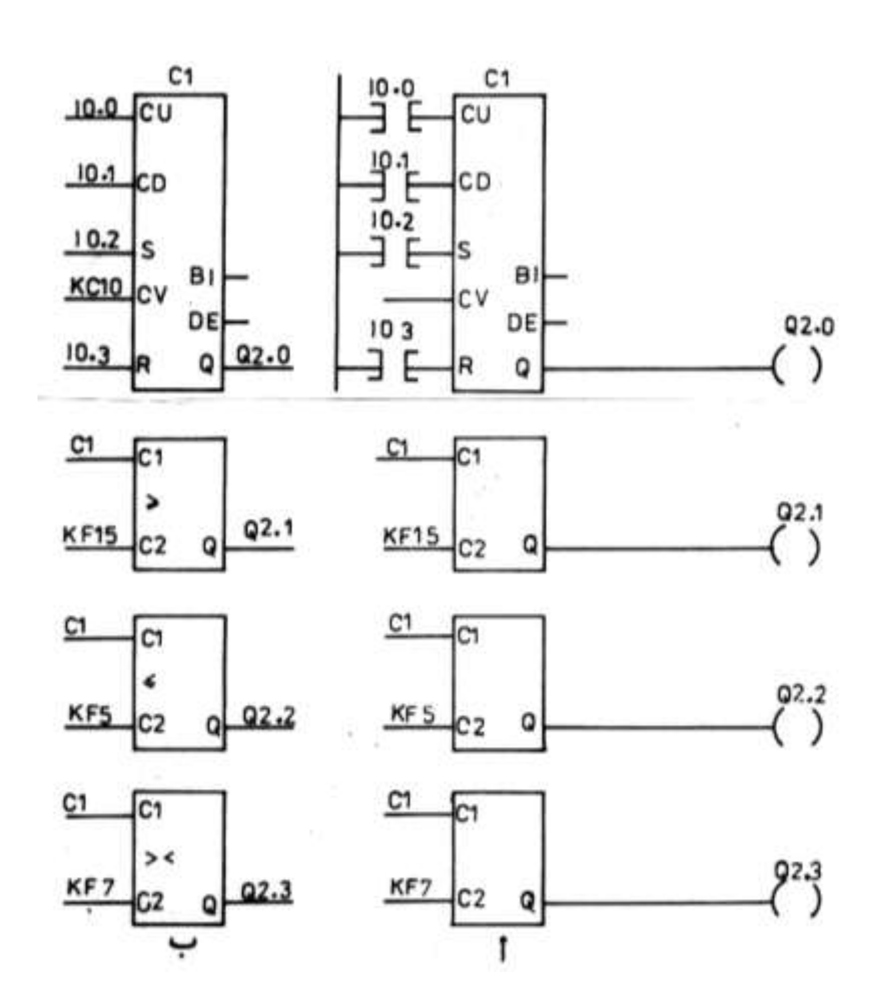
الشكل (٣-٢٣)

ويلاحظ من المخطط الزمني أنه عندما تصل إشارة 1 لمدخل الإمساك I 0.1 فإن العدد المحمل به العداد AC 1 يصبح مساويا 10 و عند وصول إشارة عالية للمدخل التصاعدي فإن العدد المحمل

به العداد AC 1 يزداد بمقدار 1 و يصبح 11 و عند وصول إشارة عالية للمدخل التنازلي I 0.1 يقل العدد المحمل به العداد ليصبح مساويا 10 و عند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 9 وعند وصول إشارة ثالثة عالية للمدخل I 0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 8 و عند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.0 يصبح العدد المحمل به العداد 9 و عند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.3 يحدث تحرير للعداد أي يصبح العدد المحمل به العداد صفرا علما بأن مخرج العداد Q 2.0 تكون حالته عالية طالما أن العدد المحمل به العداد أكبر من 0 . والجدير بالذكر أنه يمكن إخراج القيمة الجارية للعداد على المخرج الثنائي BI أو المخرج العشري المكود ثنائيا DI تماما كما هو الحال في حالة المؤقتات الزمنية فإذا كان الخرج الثنائي للعداد على FW 10 وكان الخرج العشري المكود ثنائيا للعداد على FW 12 وكانت القيمة الجارية للعداد 400 فإنه يمكن معرفة محتويات FW 10 , FW 12 من الشكل (٣-٢١) .

٣-٥ عمليات المقارنة Comparing

يمكن إجراء عمليات مقارنة تساوي أو أكبر من أو أصغر من أو عدم تساوي أو أكبر من أو يساوي أو أصغر من أو يساوي بين أي ثابتين و الشكل (٣-٢٤) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) و الشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لعمليات مقارنة أكبر من أو يساوي =< أو أصغر من أو يساوي => أو عدم تساوي <> بين العدد المحمل به العداد C1 مع ثوابت مختلفة حيث تكون حالة المخرج Q 2.0 عالية عندما يكون العداد محمل بأي عدد و تكون حالة المخرج Q 2.1 عالية عندما يكون العداد محمل بعدد أكبر من أو يساوي 15 و تكون حالة المخرج Q2.2 عالية عندما يكون العداد محمل بعدد أصغر من أو يساوي 5 وتكون حالة المخرج Q 2.3 عالية عندما يكون العداد محمل بعدد لا يساوي 7 . و يمكن التحكم في قيمة العدد المحمل به العداد C 1 بواسطة التحكم في عدد المداخل I 0.0,I 0.1,I 0.2,I 0.3 كما سبق .



الشكل (٣-٢٤)

و فيما يلي قائمة الجمل STL :-

العملية	البيانات	العملية	البيانات
A	I 0.0	>= F	
CU	C 1	=	Q 2.1
A	I 0.1	L	C 1
CD	C 1	L	KF 5
A	I 0.2	<= F	
L	KC 10	=	Q 2.2
S	C 1		
A	I 0.3	L	C 1

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

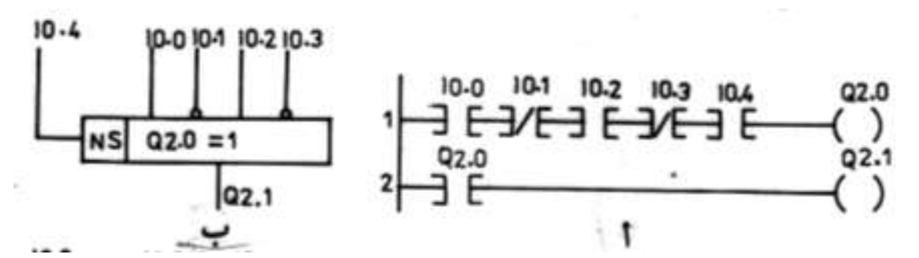
R	C 1	L	KF 7
L	C 1	<> F	
L	KF 15	=	Q 2.3

٣-٦ خريطة التشغيل التتابعي   Grafcet

تعتبر خريطة التشغيل التتابعي   Grafcet أحد لغات أجهزة   PLC ولكننا في هذه الفقرة سنتناولها من أجل تسهيل عملية استنتاج الشكل السلمي للعمليات الصناعية التي تتكون من مجموعة من المراحل المتعاقبة . و تكتب أوامر التشغيل في خريطة التشغيل التتابعي داخل مستطيل ضلعه العلوي و الجانبي جهة اليسار تخص المداخل و ضلعه السفلي والجانبي جهة اليمين تخص المخارج ، و يكتب داخل المستطيل جهة اليسار نوع الأمر و داخل المستطيل يكتب تفصيل الأمر وفي الفقرات التالية أهم الأوامر المستخدمة في خريطة التشغيل التتابعي .

٣-٦-١بدون تخزين NS

وينفذ هذا الأمر طالما تحقق الشروط والشكل (٣-٢٥) يبين مثالا لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل السلمي المكافئ و في الشكل (ب) شكل الأمر في خريطة التشغيل التتابعي .



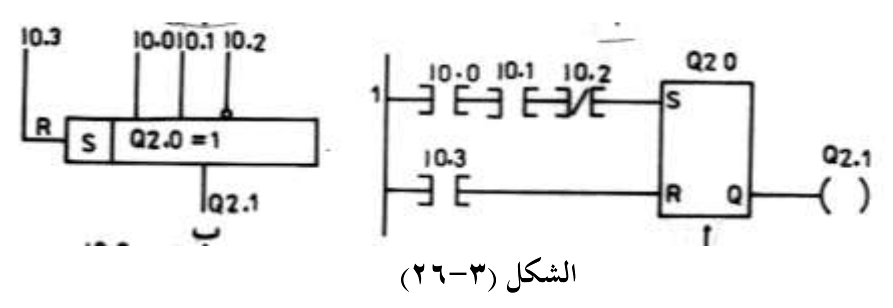
الشكل (٣-٢٥)

والمقصود بتحقيق الشروط هو أن تكون حالة جميع المداخل العادية عالية (1) و المعكوسة منخفضة 0 فعندما تكون حالة المداخل I 0.0,I 0.2,I 0.4 عالية وحالة المداخل I 0.1,I 0.3 منخفضة يتحقق الأمر فتصبح حالة المخرج   2.0 Q مساوية   1 أيضا ولكن بمجرد اختلال أحد الشروط السابقة كأن يصبح حالة   I 0.1 تساوي 1 بدلا من 0 مثلا يتوقف تنفيذ الأمر أي تصبح حالة Q 2.0 مساوية 0 وتباعا تصبح حالة Q 2.1 مساوية 0 .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٣-٦-٢ بتخزين (S)

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط ولو للحظة و يتوقف تنفيذ هذا الأمر عند وصول إشارة عالية عند مدخل التحرير R و الشكل (٣-٢٦) يبين مثالا لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل السلمي المكافئ لأمر التخزين المبين بالشكل (ب) .

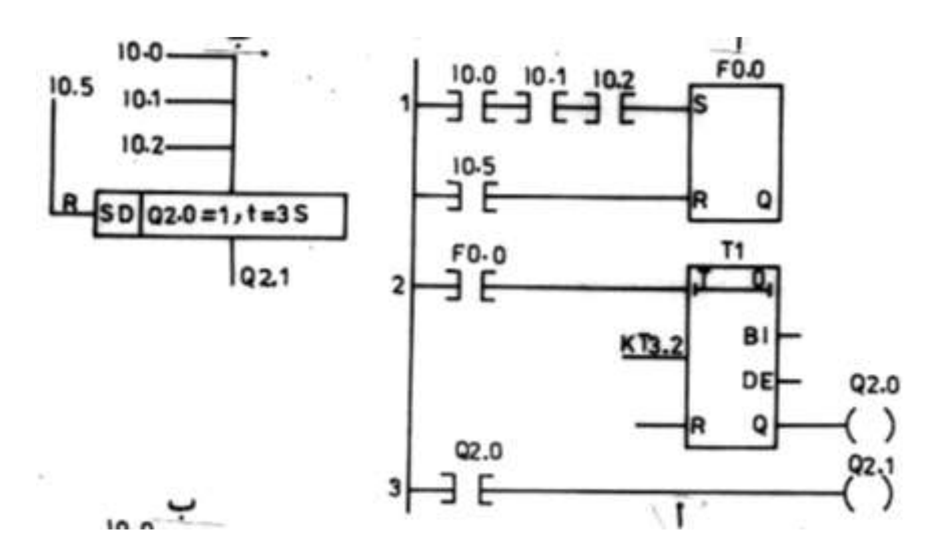


الشكل (٣-٢٦)

فعندما تكون حالة المداخل I 0.0,I 0.1 عالية (1) وحالة المداخل I 0.3, I 0.2 منخفضة تصبح حالة المخرج Q 2.0 مساوية 1 وتباعا يصبح حالة المخرج Q 2.1 عالية أيضا (1) .
وعندما تصل إشارة عالية لمدخل التحرير I 0.3 تصبح حالة المخرج Q 2.1 صفرا .

٣-٦-٣ بتخزين وبتأخير زمني (SD)

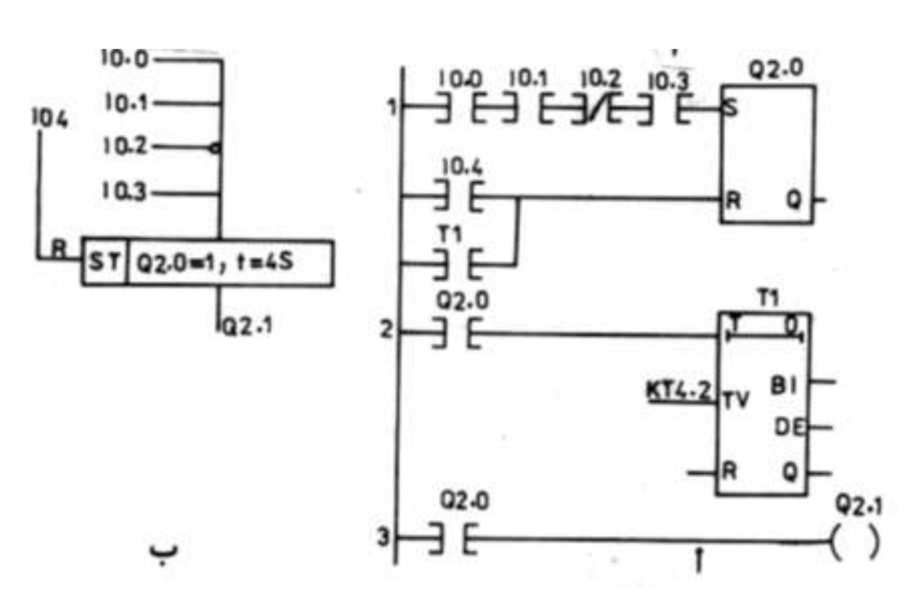
وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل (المداخل) و لو للحظة وذلك بعد تأخير زمني مقداره T و يتوقف تنفيذ الأمر عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير و الشكل (٣-٢٧) يعرض مثالا لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل السلمي المكافئ لأمر تخزين و بتأخير زمني والمبين بالشكل (ب) . فعندما تكون حالة المداخل I 0.0, I 0.1,I 0.2 عالية (1) وحالة المدخل I 0.5 منخفضة (0) يتحقق هذا الأمر وبعد تأخير ثلاث ثواني تصبح حالة المخرج Q 2.0 عالية(1) وتباعا تصبح حالة المخرج Q 2.1 عالية أيضا و عند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.5 يتوقف تنفيذ هذا الأمر و تصبح Q 2.0 منخفضة (0) وتباعا تصبح حالة Q 2.1 منخفضة أيضا .



الشكل (٣–٢٧)

٣–٦–٤ بتخزين لمدة زمنية محددة (ST)

وينفذ هذا الأمر طالما تحقق شروط التشغيل (المداخل) و لو للحظة و يستمر تنفيذ الأمر مدة



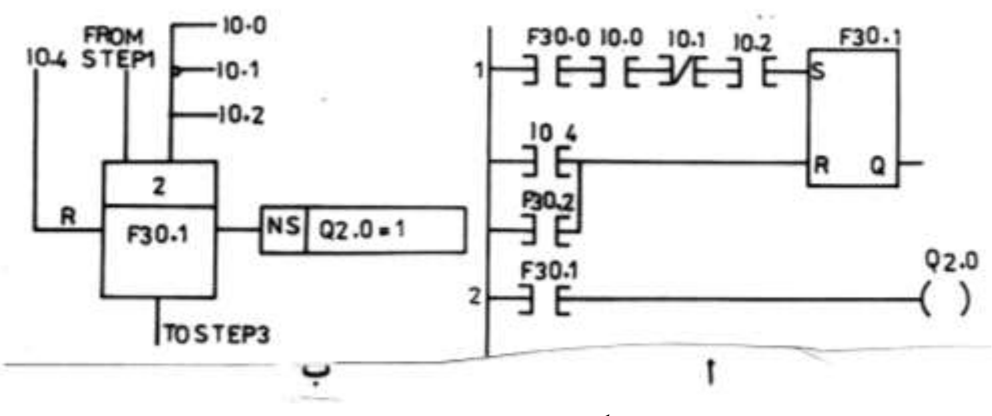
الشكل (٣–٢٨)

زمنية T أو لحين وصول إشارة تحرير أيهما أسرع . والشكل (٣–٢٨) يعرض مثالا لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل المكافئ لأمر تخزين لمدة زمنية محددة T و المبين بالشكل (ب) فإذاكانت حالة

المداخل I 0.0,I 0.1 ,I 0.3 عالية (1) و حالة المداخل I 0.4 , I 0.2 منخفضة تصبح حالة المخرج Q 2.0 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها 4 ثواني و بالمثل يصبح حالة المخرج Q 2.1 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها 4 ثواني أما في حالة وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I 0.4 تصبح حالة المخارج Q 2.0, Q 2.1 منخفضة (0) .

٣-٦-٥ الخطوة (STEP)

تتكون العمليات الصناعية المتتابعة من مجموعة من المراحل بحيث لا تبدأ مرحلة إلا بعد تحقق شروط التشغيل لها ومن بين هذه الشروط عمل المرحلة السابقة أي الخطوة السابقة
والشكل (٣-٢٩) يبين مثالا لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل السلمي المكافئ للخطوة الثانية لأحد العمليات الصناعية . فإذاكانت حالة المداخل I 0.0 , I 0.2 عالية (1) وحالة المداخل I 0.1 , I 0.4 منخفضة (0) مع بدأ الخطوة السابقة أي حالة F 30.0 عالية (1) فتصبح حالة (F 30.1) عالية (1) و تباعا يعمل المخرج Q 2.0 أي تصبح حالته مرتفعة (1) و عند عمل الخطوة التالية أى عمل F30.2 تتوقف الخطوة الثانية F 30.1 وتصبح حالة Q 2.0 مساوية (0) و ذلك لأن الأمر المستخدم بدون تخزين (NS) .



الشكل (٣-٢٩)

٣-٧ التحميل و النقل Load & Transfer

تستخدم عملية التحميل لتحميل المركم 1 بأحد البايتات أو الكلمات مثل :-

القيمة الجارية للمؤقت الثنائي	T	بايت مداخل من PII	IB
القيمة الجارية للمؤقت (BCD)	CT	كلمة مداخل من PII	IW

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

القيمة الجارية للعداد ثنائيا	C	بايت مخارج من PIQ	QB
القيمة الجارية للعداد (BCD)	CC	كلمة مخارج منPIQ	QW
ثابت عشري	KF	بايت أعلام	FB
ثابت مؤقت	KT	كلمة أعلام	FW
ثابت العداد	KC	كلمة بيانات	DW

والنقل هي نقل محتويات المركم 1 إلى أحد المتغيرات التالية :-

بايت مداخل من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PII)	I
كلمة مداخل من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PII)	IW
بايت مخارج من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PIQ)	QB
كلمة مخارج من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PIQ)	QW
بايت أعلام	FB
كلمة أعلام	FW
كلمة بيانات	DW

مثال 1 :-

تحميل حالة بايت المداخل IB0 ونقلها إلى بايت المخارج QB 3

```
L    IBO
T    QB 3
```

ويمكن محاكاة هذه العملية بالعمليات الثنائية التالية :-

```
A    I 0.0        A    I 0.4
=    Q 3.0        =    Q 3.4
A    I 0.1        A    I 0.5
=    Q 3.1        =    Q 3.5
A    I 0.2        A    I 0.6
=    Q 3.2        =    Q 3.6
A    I 0.3        A    I 0.7
=    Q 3.3        =    Q 3.7
```

مثال 2 :-

```
L    IW 0
T    QW 2
```

ويمكن محاكاتها بالعمليات الثنائية التالية :-

```
A    I 0.0        A    I 1.0
=    Q 2.0        =    Q 3.0
```

A	I 0.1	A	I 1.1
=	Q 2.1	=	Q 3.1
A	I 0.2	A	I 1.2
=	Q 2.2	=	Q 3.2
A	I 0.3	A	I 1.3
=	Q 2.3	=	Q 3.2
::	:::::	::	:::::::
A	I 0.7	A	I 1.7
=	Q 2.7	=	Q 3.7

٣-٨ العمليات الحسابية Arithmetic Operation

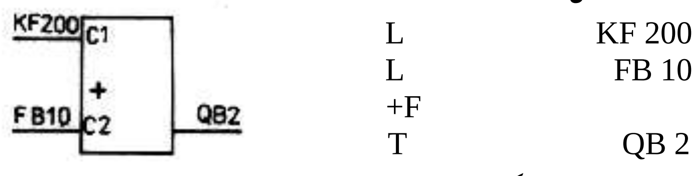
توجد أربع عمليات حسابية متاحة في أجهزة التحكم المبرمج وهي الجمع والطرح والضرب والقسمة .

٣-٨-١ عملية الجمع ADD

ويتم فيها جمع محتويات المركم 1 مع محتويات المركم 2 و الناتج يوضع في المركم 1 فإذا كان ناتج عملية الجمع أكبر من +32768 تصبح حالة مسجل الغمر OVF مساوية 1 .

والشكل (٣-٣٠) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لجمع الثابت 200 مع محتويات بايت الأعلام FB 10 ثم نقل ناتج عملية الجمع إلى بايت المخارج QB 2 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-



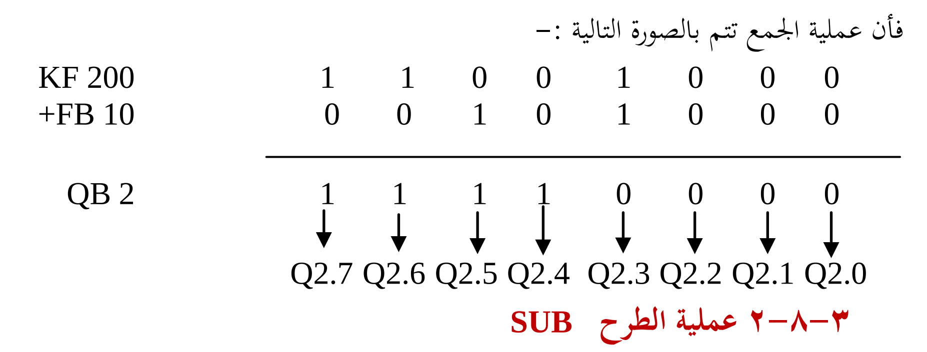
L	KF 200
L	FB 10
+F	
T	QB 2

فإذا كان محتويات FB 10 يكافئ 40 عشريا

الشكل (٣-٣٠)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

فأن عملية الجمع تتم بالصورة التالية :-



٣-٨-٢ عملية الطرح SUB

ويتم فيها طرح محتويات المركم 1 مع محتويات المركم 2 و الناتج يوضع في المركم 1 فإذا كان ناتج عملية الطرح أكبر من 32768- تصبح حالة مسجل الغمر OVF مساوية 1 .

والشكل (٣-٣١) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لطرح محتويات بايت الأعلام FB 10 من الثابت 200 ثم نقل ناتج عملية الطرح إلى بايت المخارج QB 2 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-

L	KF 200
L	FB 10
-F	
T	QB 2

KF200 C1
–
FB10 C2 QB2

الشكل (٣-٣١)

فإذا كان محتويات FB 10 يكافئ 40 عشريا فأن

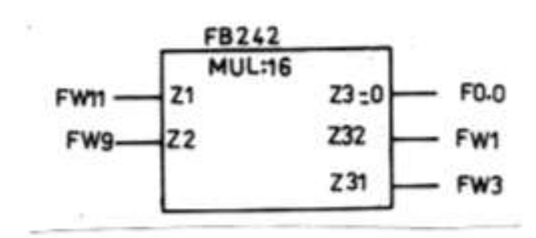
عملية الطرح تتم بالصورة التالية :-

KF 200	1	1	0	0	1	0	0	0
-FB 10	0	0	1	0	1	0	0	0
QB 2	1	0	1	0	0	0	0	0
	Q2.7	Q2.6	Q2.5	Q2.4	Q2.3	Q2.2	Q2.1	Q2.0

٣-٨-٣ الضرب MUL

ويتم فيها ضرب محتويات المركم في محتويات المركم 2 والناتج يوضع في المركم 1 فإذا كان الضرب خارج الحدود (32768+ : 32768-) تصبح حالة مسجل الغمر OVF مساوية 1 . وتتم عملية الضرب في FB 242 و الشكل (٣-٣٢) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لضرب محتويات كلمة

الأعلام 11 FW في محتويات كلمة الأعلام 10 FW ثم نقل ناتج عملية الضرب إلى كلمتي الأعلام FW 1 , FW 3 .



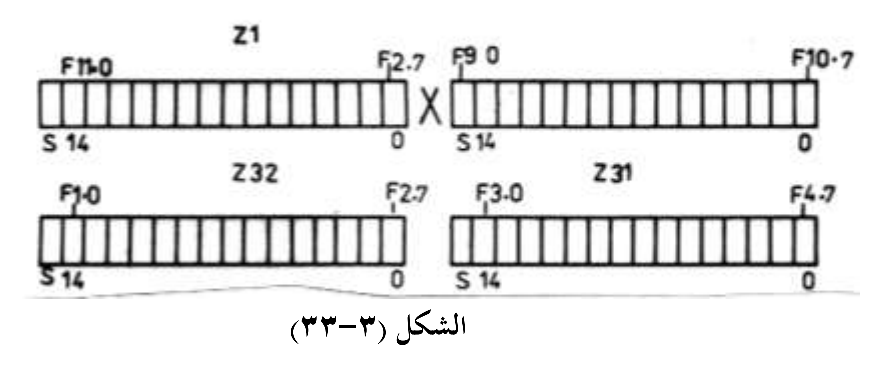
الشكل (٣-٣٢)

و فيما يلي قائمة الجمل :-

JUFB 242	:	
MUL : 16	:	NAME
FW 11	:	Z 1
FW 9	:	Z 2
F0.0	:	Z 3=0
FW 1	:	Z 32
FW 3	:	Z 31

فإذا كان ناتج الضرب صفرا تصبح حالة F 0.0 صفرا و إذا كان ناتج الضرب لا يساوي صفرا تصبح حالة F 0.0 مساوية 1 . علما بأن ناتج الضرب يخرج على 32 خانة فالكلمة FW3 تمثل ناتج الضرب الأقل رتبة و الكلمة FW 1 تمثل ناتج الضرب الأعلى رتبة .

والشكل (٣-١٣) يبين الرتبة الأدنى و الأعلى للكلمات FW1, FW3, FW9, FW1 .



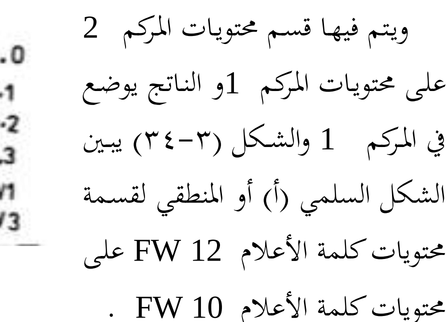
الشكل (٣-٣٣)

علما بأن S تعني خانة الإشارة فإذا كانت حالتها 1 تعني أن الإشارة سالبة وإذا كانت حالتها 0 تعني أن الإشارة موجبة .

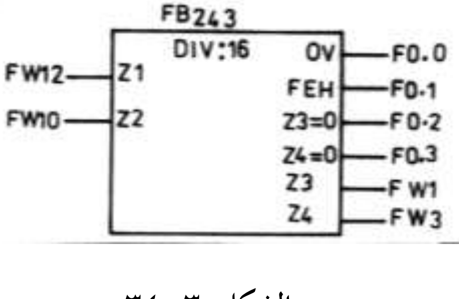
مثال :- 327 * 264 = 86328

Z 1 * Z 2 = Z 32 + Z 31

٣–٨–٤ القسمة DIV



ويتم فيها قسم محتويات المركز 2 على محتويات المركز 1و الناتج يوضع في المركز 1 والشكل (٣–٣٤) يبين الشكل السلمي (أ) أو المنطقي لقسمة محتويات كلمة الأعلام FW 12 على محتويات كلمة الأعلام FW 10 .

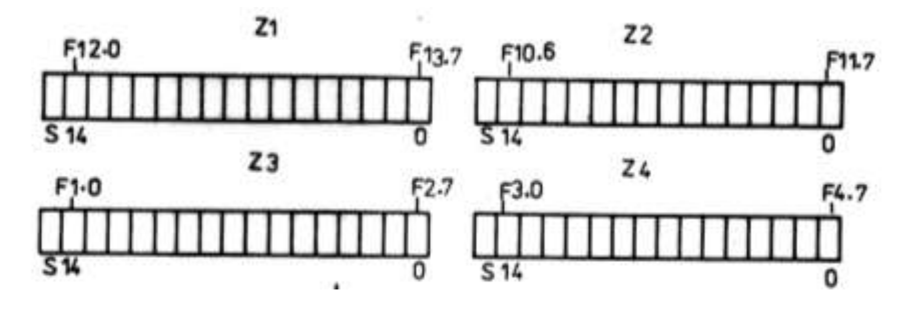


الشكل (٣–٣٤)

وفيما يلي قائمة الجمل :–

JUFB 243	:	
DIV : 16	:	NAME
FW 12	:	Z 1
FW 10	:	Z 2
F 0.0	:	OV
F0.1	:	FEH
F0.2	:	Z 3=0
FW 3	:	Z 4=0
FW 1	:	Z 3
FW 3	:	Z4

فإذا حدث غمر أي إذا كان ناتج القسمة خارج الحدود (+32768 : -32768) تصبح حالة F 0.0 مساوية 1 وإذا كانت قيمة FW 10 مساوية 0 تصبح حالة F 0.1 مساوية 1 وإذا كان ناتج القسمة 0 تصبح حالة F 0.2 مساوية 0 و إذا لم يكن هناك باقي للقسمة تصبح حالة F 0.3 مساوية0 وناتج القسمة يوضع في FW 1 والباقي يوضع في FW 3 و الشكل (٣–٣٥) يبين الرتب الأدنى و الأعلى للكلمات FW 1 , FW 3, FW 10, FW 12 .



الشكل (٣–٣٥)

مثال :–

الباقي

1390 / 390 = 3 Rest 220

Z1 / Z2 = Z3 Rest Z4

٣–٩ العمليات المنطقية Logic Operation

٣–٩–١ عملية ANDING

الشكل (٣–٣٦) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإجراء AND بين محتويات KF 200 ومحتويات KFW10وناتج عملية AND يتم نقله إلى QW2

و فيما يلي قائمة الجمل :–

L	KF 200
L	FW 10
AW	
T	QW 2

KF200 C1 AND FW10 C2 QW2

الشكل (٣–٣٦)

وتتم عملية AND بالطريقة التالية إذا كانت محتويات FW 10 يكافئ 500 عشريا

KF 200	1 1 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
FW 10	1 1 1 1 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1
QW 2	1 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0

Q 3.7 Q2.7 Q 2.0

و يلاحظ أن عملية AND تتم لكل خانة من KF 200 مع كل خانة من FW 10 .

٣–٩–٢ عملية أو ORING

الشكل (٣–٣٧) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإجراء OR بين محتويات KF 200 ومحتويات FW 10 وناتج عملية ORيتم نقله إلى QW 2

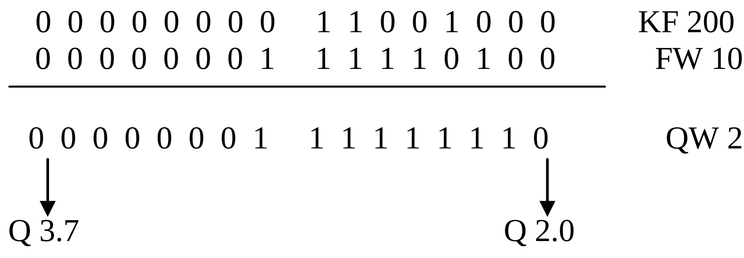
وفيما يلي قائمة الجمل :–

KF200 C1 OR FW10 C2 QW2

الشكل (٣–٣٧)

L	KF 200
L	FW 10
OW	
T	QW 2

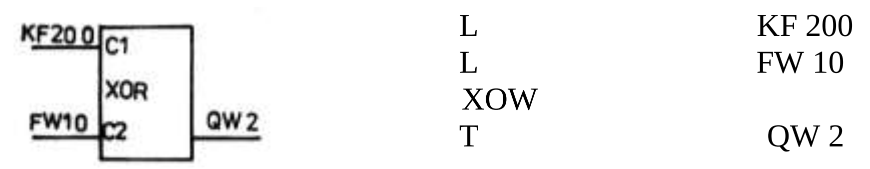
وتتم عملية OR بالطريقة التالية إذا كانت محتويات FW 10 تكافيء 500 عشريا



٣-٩-٢ عملية XORING (أو المنفردة)

الشكل (٣-٣٨) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإجراء XOR بين محتويات KF 200 ومحتويات FW 10 وناتج عملية XOR يتم نقله إلى QW 2 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-



KF 200	L
FW 10	L
	XOW
QW 2	T

الشكل (٣-٣٨)

وتتم عملية XOR بالطريقة التالية إذا كانت محتويات FW 10 يكافئ 500 عشريا

KF 200	1 1 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
FW 10	1 1 1 1 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1
QW 2	0 0 1 1 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 1

Q 3.7   Q 2.0

٣-١٠ عمليات الإزاحة Shift Operations

٣-١٠-١ الإزاحة إلى اليمين

KF200 SRW3 QW 2

الشكل (٣-٣٩)

ويتم فيها عمل إزاحة لمحتويات المركم 1 بعدد N من الخانات مع استبدال الخانات الفارغة بالصفر وعملية الإزاحة إلى اليمين تكافئ عملية القسمة على ثابت 2^N حيث N هي عدد خانات الإزاحة والشكل (٣-٣٩) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإزاحة إلى اليمين ثلاثة خانات للعدد 200 و نقل الناتج إلى QW 2 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

KF 200	L
3	SRW
QW 2	T

وتتم عملية الإزاحة لليمين ثلاثة خانات بالطريقة التالية :-

KF 200	1 1 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
FW 10	0 0 0 1 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0

Q 2.0 ← … Q 3.7

ويلاحظ أن الناتج يكافئ $200 / 2^3 = 25$

٣-١٠-٢ الإزاحة لليسار :-

ويتم فيها عمل إزاحة لمحتويات المركم 1 بعدد N من الخانات جهة اليسار مع استبدال الخانات الفارغة بالصفر و عملية الإزاحة لليسار تكافئ عملية الضرب في 2^N حيث N عدد خانات الإزاحة لليسار و الشكل (٣-٤٠) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي للإزاحة لليسار خانتين للعدد 200 ونقل النتائج إلى QW 2

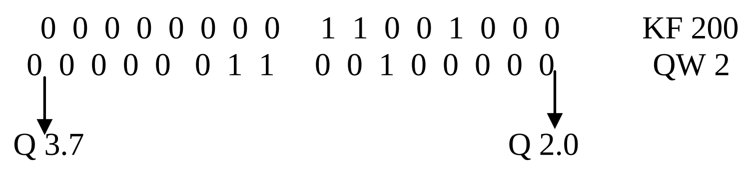
و فيما يلي قائمة الجمل :-

KF 200	L
2	SLW
QW 2	T

وتتم عملية الإزاحة لليسار بالطريقة التالية :-

KF200 [SLW2] QW2

الشكل (٣-٤٠)



و يلاحظ أن الناتج يكافئ $(200 * 2^2 = 800)$

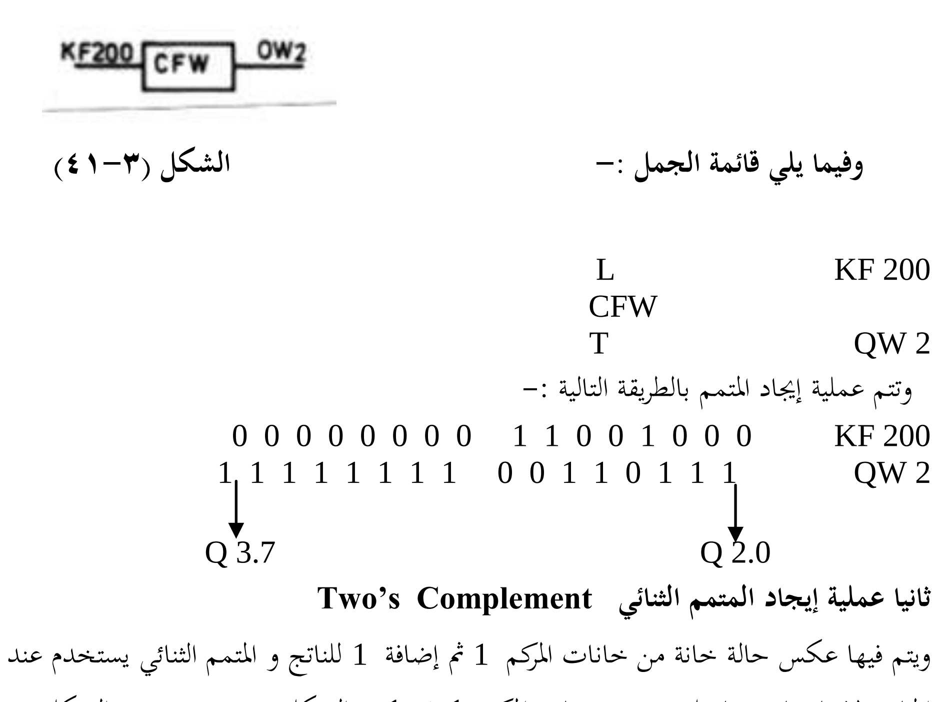
٣-١١ عمليات التحويل Conversion Operations

وهذه العمليات تستخدم لتغيير محتويات المركم 1بدون تغيير محتويات المركم 2

أولا عملية إيجاد متمم الواحد One's Complement :-

ويتم فيها عكس حالة خانة خانة من خانات المركم 1.

والشكل(٣-٤١)يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإيجاد المتمم للعدد200ونقل الناتج إلى QW 2



الشكل (٣-٤١)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

KF 200	L
	CFW
QW 2	T

وتتم عملية إيجاد المتمم بالطريقة التالية :-

KF 200   0 0 0 1 0 0 1 1   0 0 0 0 0 0 0 0

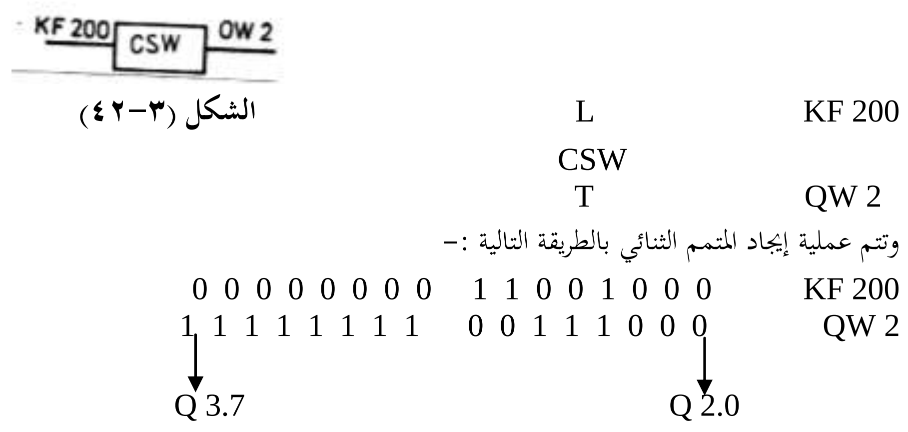
QW 2   1 1 1 0 1 1 0 0   1 1 1 1 1 1 1 1

Q 2.0   Q 3.7

ثانيا عملية إيجاد المتمم الثنائي Two's Complement

ويتم فيها عكس حالة خانة من خانات المركم 1 ثم إضافة 1 للناتج و المتمم الثنائي يستخدم عند الحاجة لإيجاد ناتج حاصل ضرب محتويات المركم 1 في -1 والشكل (٣-٤٢) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإيجاد المتمم الثنائي للعدد 200 ونقل الناتج إلى QW 2

وفيما يلي قائمة الجمل :-



الشكل (٣-٤٢)

KF 200	L
	CSW
QW 2	T

وتتم عملية إيجاد المتمم الثنائي بالطريقة التالية :-

KF 200   0 0 0 1 0 0 1 1   0 0 0 0 0 0 0 0

QW 2   0 0 0 1 1 1 0 0   1 1 1 1 1 1 1 1

Q 2.0   Q 3.7

٣-١٢ عملية النقصان / الزيادة Decrement / Increment Operations

تتم عملية النقصان / الزيادة على البايت الأقل رتبة لمحتويات المركم الأول ACCUM 1 فإذا زاد محتويات هذا البايت عن 255 لا ينتقل الباقي إلى البايت الأعلى رتبة بل يبدأ العد من 0 من جديد

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

وكذلك عندما يقل محتويات البايت الأقل رتبة عن 0 يبدأ العد من 255من جديد ويمكن إحداث زيادة أو نقصان بالعدد 1 إلى العدد 255 .

والشكل (٣-٤٣) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتحميل الثابت 200 في المركم 1 ثم زيادة محتويات المركم 1 بالعدد 4 و نقل الناتج إلى QW 2 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-



KF 200	L
4	I
QW 2	T

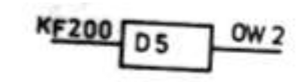
الشكل (٣-٤٣)

و تتم عملية الزيادة بالطريقة التالية :-

KF 200	1 1 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
QW 2	1 1 0 0 1 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
	Q 2.0	Q 3.7

ويلاحظ أن الناتج يساوي $(200 + 4 = 204)$.

والشكل (٣-٤٤) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتحميل الثابت 200 في المركم 1 ثم تقليل



محتويات المركم 1 بالعدد 5 ونقل الناتج إلى QW 2.

الشكل (٣-٤٤)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

KF 200	L
5	D
QW 2	T

و تتم عملية النقصان بالطريقة التالية :-

KF 200	1 1 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
QW 2	1 1 0 0 0 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0
	Q 2.0	Q 3.7

و يلاحظ أن الناتج يساوي $(200 - 5 = 195)$.

٣-١٣ عمليات القفز Jump Operation

تستخدم عمليات القفز للقفز من بلوك لآخر أو داخل البلوكات الوظيفية فقط و فيما يلي عمليات القفز المتاحة :-

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

قفز غير مشروط	**JU**
قفز عندما يكون محتوى RLO = 1	**JC**
قفز عندما يكون محتوى المركم ACCUM 1 يساوي 0	**JZ**
قفز عندما يكون محتوى المركم ACC 1 لا يساوي 0	**JN**
قفز عندما يكون محتوى المركم ACCUM 1 موجب	**JP**
قفز عندما يكون محتوى المركم ACCUM 1 سالب	**JM**
قفز عندما يكون محتوى المركم ACCUM 1 يساوي 0	**JO**

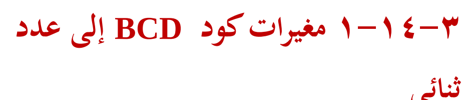
مثال١ : للقفز من البلوك OB1 إلى البلوك PB1 عندما تكون حالة I 0.0 مساوية 1

```
A      I 0.0
JC     PB1
```

مثال٢ : للقفز داخل البلوك الوظيفي FB10 إلى الخطوة رقم X1 عندما تكون حالة I 0.0 مساوية 1 .

العنوان	العملية	البيانات
001	A	I 0.0
002	JC = X1	
003	A	I 0.1
004	A	I 0.2
X1	A	I 0.3
006	A	I 0.4
007	=	Q 3.0

٣-١٤ مغيرات الكود Code Converter



٣-١٤-١ مغيرات كود BCD إلى عدد ثنائي

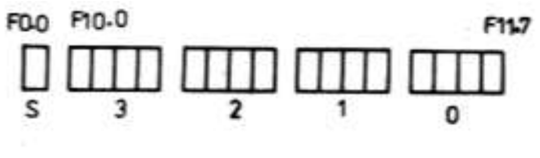
وتنفذ هذه المغيرات في FB 240 و الشكل (٣-٤٥) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتغيير العدد المكود ثنائيا المخزن في كلمة الذاكرة FW 10 و الذي إشارته معرفة بواسطة F 0.0 فإذا كان حالتها 1 دل على أن الإشارة + إلى العدد الثنائي المكافئ في كلمة المخارج QW 2 علما بأن حالة آخر مخرج تدل على الإشارة أي أن الحالة Q 3.7 تدل على الإشارة .

الشكل (٣-٤٥)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

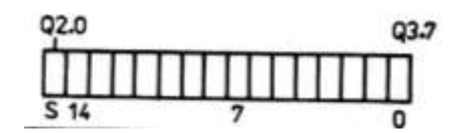
: JU FB 240
NAME : COD: B4
BCD : FW 10
SBCD : F 0.0
DVAL : QW 2

علما بأن العدد المكود عشريا BCD يتكون من أربعة أرقام كما بالشكل (٣-٤٦)



الشكل (٣-٤٦)

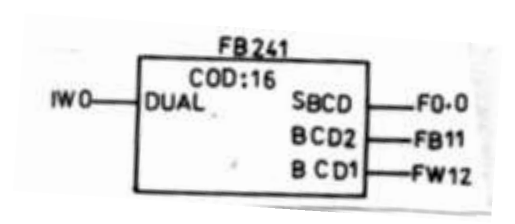
أما العدد الثنائي المكافئ فيتكون من خمس عشرة خانة و الخانة السادسة عشر للإشارة S كما بالشكل (٣-٤٧) .



الشكل (٣-٤٧)

٣-١٤-٢ مغير الأعداد الثنائية إلى أعداد مكودة عشريا BCD

وتنفذ هذه المتغيرات في FB 241 والشكل (٣-٤٨) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتغيير العدد الثنائي الداخل عبر كلمة المداخل IW0 . و التي إشارته معرفة بواسطة (I 0.0) إلى عدد مكود ثنائيا BCD يتكون من ست خانات . الخانات من 3 : 0 تخزن في



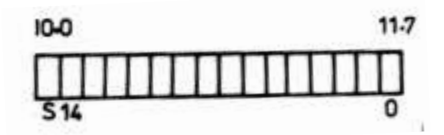
الشكل (٣-٤٨)

FW 12 وكذلك فإن الخانات من 5 : 4 تخزن في FB 11 وإشارة العدد الثنائي المكود ثنائيا BCD تخرج على Q 2.0.

وفيما يلي قائمة الجمل :-

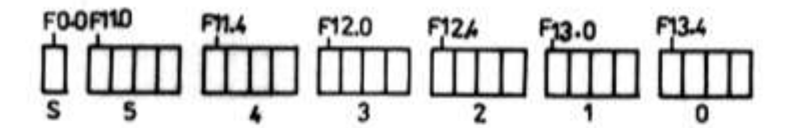
: JU FB 241
NAME: COD: 16
DUAL : IW 0
SBCD : F 0.0
BCD 2: FB 11
BCD 1: FW 12

علما بأن العدد الثنائي يتكون من خمسة عشر خانة و الخانة السادسة عشر للإشارةS فإذا كانت 1 دل على أن الإشارة – وإذا كانت 0 دل على أن الإشارة + كما بالشكل (٣-٤٩)



الشكل (٣-٤٩)

أما العدد المكود عشريا BCD يتكون من ست خانات تخزن في FB 11+ FW 12 وإشارته S معرفة بوحدة الذاكرة F 0.0 كما بالشكل (٣-٥٠) .



الشكل (٣-٥٠)

الباب الرابع

التطبيقات الرقمية للحاكمات المبرمجة

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

التطبيقات الرقمية للحاكمات المبرمجة

٤-١ مقدمة

يوجد الكثير من التطبيقات الرقمية لأجهزة التحكم المبرمج و يمكن تلخيصها فيما يلي:-

١- التحكم في تشغيل وإيقاف المحركات الكهربية .

٢- العمليات التتابعية التي تعتمد على الزمن فقط .

٣- العمليات التتابعية التي تعتمد على الزمن و على ظروف تشغيل معينة .

٤- العمليات المشروطة .

وهذه التطبيقات تشترك في بعض الخطوات عند تنفيذها باستخدام أجهزة التحكم المبرمج مثل :-

١- قائمة التخصيص Assignment List حيث يخصص مدخل من مداخل جهاز التحكم المبرمج لكل جهاز مداخل و يجب تحديد نوع الريشة المستخدمة لجهاز المداخل هل مفتوحة طبيعيا NO أو مغلقة طبيعيا NC وعادة أنصح باستخدام ريش NO لتسهيل عملية استنتاج الشكل السلمي وكذلك يخصص مخرج من مخارج جهاز التحكم المبرمج لكل جهاز مخارج .

٢- الشكل السلمي حيث لا يختلف في استنتاجه عن استنتاج دوائر التحكم الكهرومغناطيسية باستخدام المفاتيح الكهرومغاطيسية مثل الكونتاكتورات و الريليهات .

٣- التوصيل مع جهاز التحكم المبرمج سواء كان من النوع المتكامل أو من النوع المجزأ Moduled Type .

٤- الدائرة الرئيسية وهي لا تختلف عن المستخدمة في دوائر التحكم التقليدية باستخدام الكونتاكتورات Contactors .

٤-٢ التمرين الأول (دائرة مركبة)

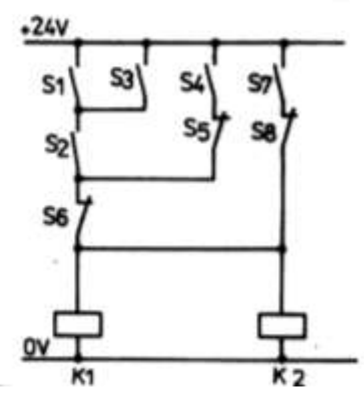
الشكل (٤-١) يبين دائرة مركبة تتكون من ثمانية مفاتيح S1 : S8 و عدد 2 كونتاكتور K1,K2 والمطلوب محاكاة هذه الدائرة التقليدية باستخدام PLC .

أولا : قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I 0.0	ريشة مفتوحة NO

تابع قائمة التخصيص :-

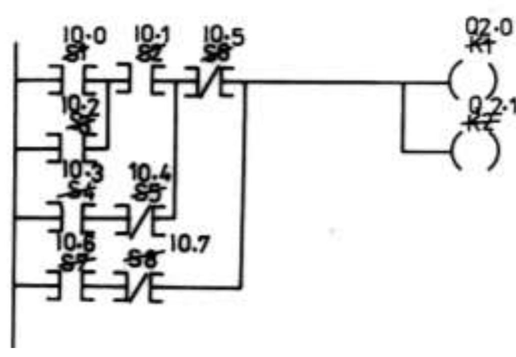
الرمز	المعامل	التعليق
S2	I 0.1	ريشة مفتوحة NO
S3	I 0.2	ريشة مفتوحة NO
S4	I 0.3	ريشة مفتوحة NO
S5	I 0.4	ريشة مفتوحة NO
S6	I 0.5	ريشة مفتوحة NO
S7	I 0.6	ريشة مفتوحة NO
S8	I 0.7	ريشة مفتوحة NO
K1	Q 2.0	كونتاكتور
K2	Q 2.1	كونتاكتور



الشكل (٤-١)

ثانيا الشكل السلمي LAD :-

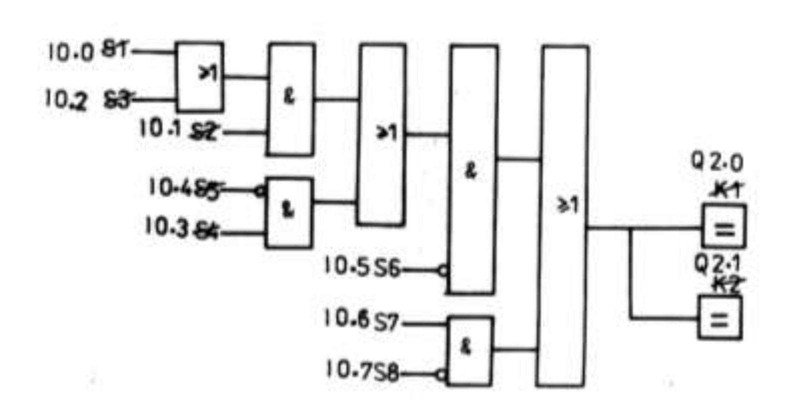
الشكل (٤-٢) يعرض الشكل السلمي المكافئ للدائرة المركبة التي بصددها و يلاحظ أنه لا يوجد احتلاف بين الشكل السلمي و الدائرة المركبة عدا أن الشكل السلمي يرسم أفقيا بدلا من رأسيا وتستبدل رموز العناصر المستخدمة بمعاملاتها المخصصة في قائمة التخصيص . و يمكن إدخال هذا الشكل السلمي في بلوك البرنامج PB1 .و الجدير بالذكر أنه في حالة استخدام ريش مغلقة لأجهزة المداخل بدلا من مفتوحة يتم عكس ريش هذا الجهاز في الشكل السلمي عن حالته في الدائرة التقليدية .



الشكل (٤-٢)

ثالثا الشكل المنطقي CSF

الشكل (٤-٣) يعرض الشكل المنطقي المكافئ للدائرة المركبة التي بصددها و حتى يسهل استنتاج الشكل المنطقي يجب البدء من الداخل إلى الخارج حيث نبدأ في هذه الحالة من دائرة التوازي المؤلفة من المفتاح S1 و المفتاح S3 علما بأن دوائر التوازي تكافئ بوابات OR و دوائر التوالي تكافئ بوابات AND .



الشكل (٤-٣)

رابعا قائمة الجمل STL :-

تختلف قائمة الجمل من شركة لأخرى و فيما يلي قائمة الجمل المكافئة باستخدام لغة Step5 لشركة Siemens .

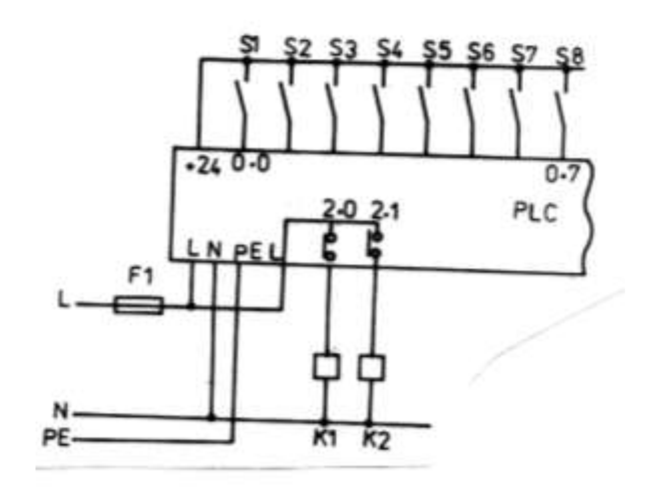
العنوان	العملية	البيانات	العنوان	العملية	البيانات
0000	O(		000B	AN	I 0.4
0001	A(		000C	)	
0002	O(		000D	)	
0003	A(		000E	AN	I 0.5
0004	O.	I 0.0	000F	)	
0005	O.	I 0.2	0010	O	

0006	)		0011	AN	I 0.7
0007	A	I 0.1	0012	A	I 0.6
0008	)		0013	=	Q 2.0
0009	O(		0014	=	Q 2.1
000A	A	I 0.3			

و حتى يسهل إعداد قائمة الجمل STL يجب البدء من الداخل إلى الخارج أي أن فرع التوازي المؤلف من I 0.2 , I 0.0 و الناتج يكون بالتوالي مع I 0.1 والناتج يكون بالتوازي مع I 0.3 , I 0.4 و الناتج يكون بالتوالي مع I 0.5 و الناتج يكون بالتوازي مع I 0.6, I 0.7 .

خامسا مخطط التوصيل مع جهاز PLC

الشكل (٤-٤) يبين المخطط التوصيل مع جهاز PLC و يلاحظ أن مخطط التوصيل ما هو إلا تنفيذ لقائمة التخصيص .



الشكل (٤-٤)

٤-٣ التمرين الثاني (تدريب على استخدام البلوكات الوظيفية)

في هذا التمرين أربع بوابات AND الأولى تتألف من I 0.0 , I 0.1 كمداخل و Q 2.0 كمخرج والثانية تتألف من I 0.2 , I 0.3 كمداخل وQ 2.1 كمخرج والثالثة تتألف من I 0.3 , I 0.4 كمداخل و Q 2.2 كمخرج والرابعة تتألف من I 0.6 , I 0.7 كمداخل Q 2.3 كمخرج وحتى نتدرب على إمكانيات البلوكات الوظيفية سنتناول قائمة الجمل الخاصة بهذه

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

البوابات الأربعة باستخدام بلوك وظيفي FB 2 و البلوك التنظيمي OB 1.

OB 1		FB 2
SEG 1	X3:Q 2.2	SEG 1
JUFB 2	SEG 4	NAME : AND
X1:I 0.0	JUFB 2	DEC : X1 (I/Q/D/B/T/C) I (BI/BY/W/D) BI
X2:I 0.1	X1:I 0.6	DEC : X2 (I/Q/D/B/T/C) I (BI/BY/W/D) BI
X3:Q 2.0	X2:I 0.7	DEC : X3 (I/Q/D/B/T/C) Q (BI/BY/W/D) BI
SEG 2	X3:Q 2.3	: A = X1
JUFB 2		: A = X2
X1:I 0.2		: = X3
X2:I 0.3		
X3:Q2.1		
SEG 3		
JUFB 2		
X1:I 0.4		
X2:I 0.5		

حيث إن:-

دائرة	SEG	بت (خانة واحدة)	BI
الاسم	NAME	بايت (ثماني خانات)	BY
بوابة AND	AND	كلمة (16خانة)	W
تعريف	DEC	كلمتين (32خانة)	D
مدخل رقمي	I	قفز غير مشروط إلى FB 2	JUFB 2
مخرج رقمي	Q		
بيانات	D		
بلوك	B		
مؤقت	T		
عداد	C		

و يلاحظ أنه تم القفز إلى البلوك الوظيفي FB 2 من البلوك التنظيمي OB 1 أربعة مرات و في

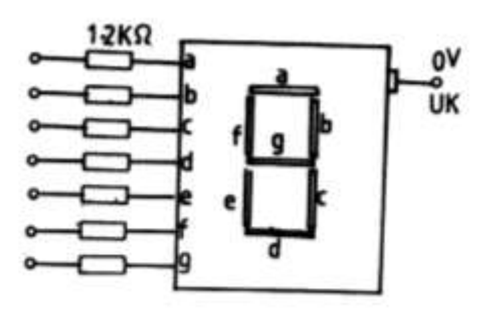
كل مرة تم تغيير بيانات المعاملات المستخدمة و المقابلة للمتغيرات X1,X2,X3 أما في البلوك التنظيمي FB 2 فتم تعريف X1 بأنها IB1 أي مدخل رقمي خانة واحدة و كذلك X3 بأنها مخرج رقمي خانة واحدة QBI وأن X1 يجرى عليها عملية A ، X2 يجرى عليها عملية A ، X3 يجرى عليها عملية إخراج = .

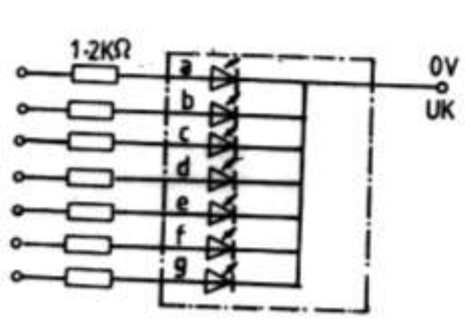
ملاحظة :-

يتم تعريف أي متغير بعنصرين و هما نوع المتغير و الذي يكون واحد من (I/Q/D/B/T/C) وعدد خانات المتغير و التي تكون واحد من (BI/BY/W/D) فمثلا بالنسبة X1 اخترنا نوع المتغير I و عدد خاناته BI أي أنه مدخل بخانة واحدة و هكذا .

٤-٤ التمرين الثالث (وحدة العرض الرقمية)

عملية صناعية تتكون من خمس مراحل فالمرحلة الأولى تبدأ عند الضغط على الضاغط S1 ،
والمرحلة الثانية تبدأ عند الضغط على الضاغط S2 و المرحلة الثالثة تبدأ عند الضغط على الضاغط S3 و المرحلة الرابعة تبدأ عند الضغط على الضاغط S4 والمرحلة الخامسة تبدأ عند الضغط على الضاغط S5 و يمكن معرفة رقم المرحلة بواسطة وحدة عرض رقمية Digital Display ذات كاثود مشترك Common Cathodeوالمبينة بالشكل(٤-٥).





الشكل (٤-٥)

مبدأ عمل وحدة العرض الرقمية:-

لعرض الرقم 1فإن الشرائح B,C تضيء و باقي الشرائح تنطفئ وحتى يحدث ذلك يجب توصيل الشرائح C,B بجهد +24V توصيل باقي الشرائح السبعة بجهد 0V ، وحيث إنهذه الشرائح عبارة عن دايودات Diodes مضيئة و بالتالي فإن الدايود الذي يوصل آنوده Anode بجهد +24v وكاثوده Cathode بجهد 0V سيضيء وهكذا .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ضاغط بدء المرحلة الأولى وهو بريشة مفتوحة	I 0.0	S1
ضاغط بدء المرحلة الثانية وهو بريشة مفتوحة	I 0.1	S2
ضاغط بدء المرحلة الثالثة وهو بريشة مفتوحة	I 0.2	S3
ضاغط بدء المرحلة الرابعة وهو بريشة مفتوحة	I 0.3	S4
ضاغط بدء المرحلة الخامسة وهو بريشة مفتوحة	I 0.4	S5
الشريحة A لوحدة العرض الرقمية السباعية الشرائح	Q 2.0	a
الشريحة B لوحدة العرض الرقمية السباعية الشرائح	Q 2.1	b
الشريحة C لوحدة العرض الرقمية السباعية الشرائح	Q 2.2	c
الشريحة D لوحدة العرض الرقمية السباعية الشرائح	Q 2.3	d
الشريحة E لوحدة العرض الرقمية السباعية الشرائح	Q 2.4	e
الشريحة F لوحدة العرض الرقمية السباعية الشرائح	Q 2.5	f
الشريحة G لوحدة العرض الرقمية السباعية الشرائح	Q 2.6	g

ثانيا قائمة الجمل STL :-

وفي هذا التمرين نستخدم البلوك التنظيمي OB1 و بلوك الوظيفة FB2 وذلك من أجل إمكانية عمل قفز مشروط داخلي حيث إنالقفز المشروط لا يمكن إتمامه إلا بداخل بلوك وظيفي علما بأنه لا يمكن استخدام بلوك وظيفي بدون استخدام البلوك التنظيمي (OB1).

وفكرة هذا البرنامج هو استخدام عملية التحميل (L) Load و النقل (T) Transfer لنقل الأعداد (6,91,79,102,109) حتى نعرض الأعداد 5 : 1على وحدة العرض الرقمية و يمكن وضع الأعداد 6,91,79,102,109 في بلوك البيانات DB14 و استدعاء بلوك البيانات من داخل البلوك الوظيفي FB2 بواسطة الأمر C DB14 .

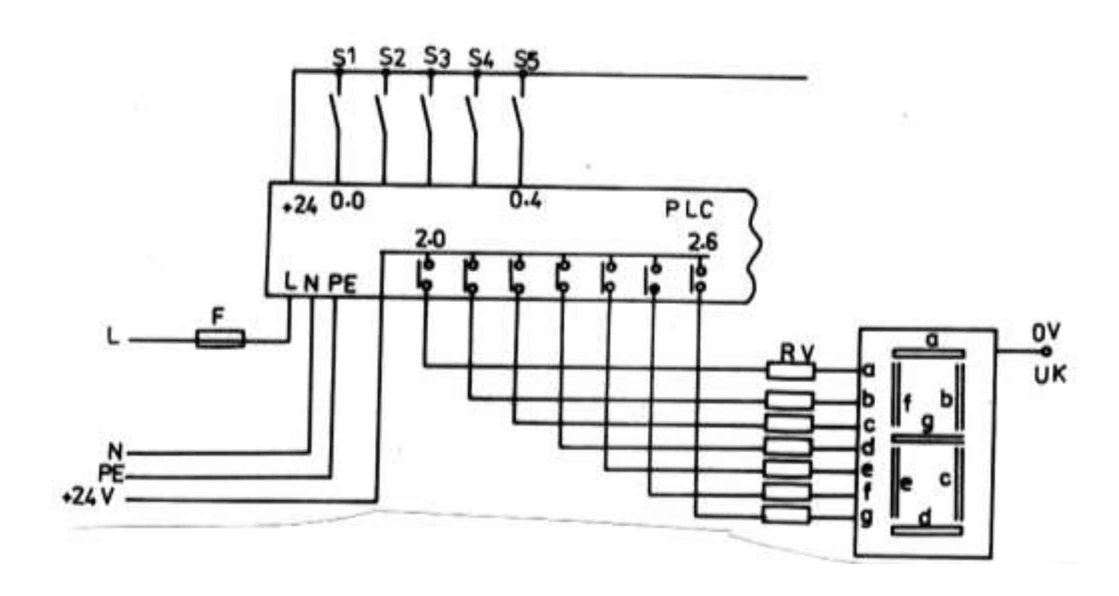
OB1		FB2		تابع FB2		DB14	
0000	JUFB 2	0000	A I 0.0	X3	CDB14	0000	KF6
		0001	JC=X1	0014	LDW2	0001	KF91
		0002	A I 0.1	0015	TQB2	0002	KF79
		0003	JC=X2	0016	BEU	0003	KF102
		0004	A I 0.2	X4	CDB14	0004	KF109
		0005	JC=X3	0018	LDW3		
		0006	A I 0.3	0019	TQB2		
		0007	JC=X4	001A	BEU		
		0008	A I 0.4	X5	CDB15		
		0009	JC=X5	001C	LDW4		
		000A	BEU	001D	TQB2		
		X1	CDB14	001E	BEU		
		000C	LDW0				
		000D	TQB2				
		000E	BEU				
		X2	CDB14				
		0010	LDW1				
		0011	TQB2				
		0012	BEU				

ففي حالة الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة 1 للمدخل I 0.0 فتصبح حالة المدخل I 0.0 عالية و تنعكس جميع ريش هذا المدخل ومن ثم يصبح حالة I 0.0 عالية و بالتالي يتحقق القفز المشروط إلى X1 (أي JC=X1) وعند العنوان X1 يتم استدعاء بلوك البيانات DB14 بالأمر CDB14 ثم يتم تحميل كلمة البيانات رقم صفر بالأمر LDW0 وهي تساوي 6 عشريا ثم يتم نقل هذه الكلمة إلى بايت المخارج الثاني QB2 و بالتالي يظهر العدد 1 على وحدة العرض

الرقمية و تنتهي هذه العملية بالأمر BEU أي إنهاء هذا البلوك بدون شرط و البدء من جديد من أول البلوك FB2 فإذا كانت حالة المدخل I 0.0 مازلت عالية يتحقق دورة التشغيل السالفة الذكر ويظل العدد 1ظاهرا على وحدة العرض الرقمية . و في حالة الضغط على الضاغط S4 مثلا تصل إشارة عالية للمدخل I 0.3 و من ثم يتحقق القفز المشروط إلى X4 وعند العنوان X4 يتم استدعاء بلوك البيانات DB14 وتحميل الكلمة DW3 و التي تساوي 102 ثم نقلها إلى بايت المخارج الثاني QB2 فيظهر العدد 4 على وحدة العرض الرقمية و تنتهي هذه العملية بالأمر BEU أي إنهاء هذا البلوك بدون شرط و البدء في أول البلوك من جديد .

ثالثا مخطط التوصيل :-

الشكل (٤-٦) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC .



الشكل (٤-٦)

٤-٥ التمرين الرابع (تشغيل و إيقاف محرك كهربي من مكانين مختلفين) .

في هذا التمرين محرك كهربي استنتاجي ثلاثي الوجه M1 يمكن تشغيله من مكانين مختلفين بالضاغط S1 أو الضاغط S2 و كذلك يمكن إيقافه من مكانين مختلفين بواسطة الضاغط S3 أو الضاغط S4 وسوف نتناول في هذه الفقرة طريقتين مختلفتين للحل ،الأولى مختصرة والثانية عادية.

أ- الطريقة المختصرة :-

أولا قائمة التخصيص :-

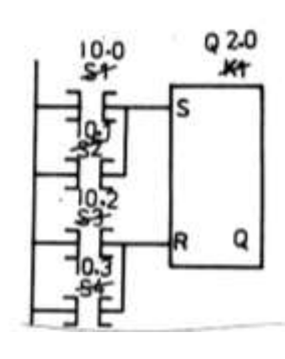
الرمز	المعامل	التعليق
S1	I 0.0	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط التشغيل الأول
S2	I 0.1	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط التشغيل الثاني
S3	I 0.2	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط الإيقاف الأول
S4	I 0.3	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط الإيقاف الثاني
K1	Q 2.0	ملف كونتاكتور المحرك

ثانيا الشكل السلمي :-

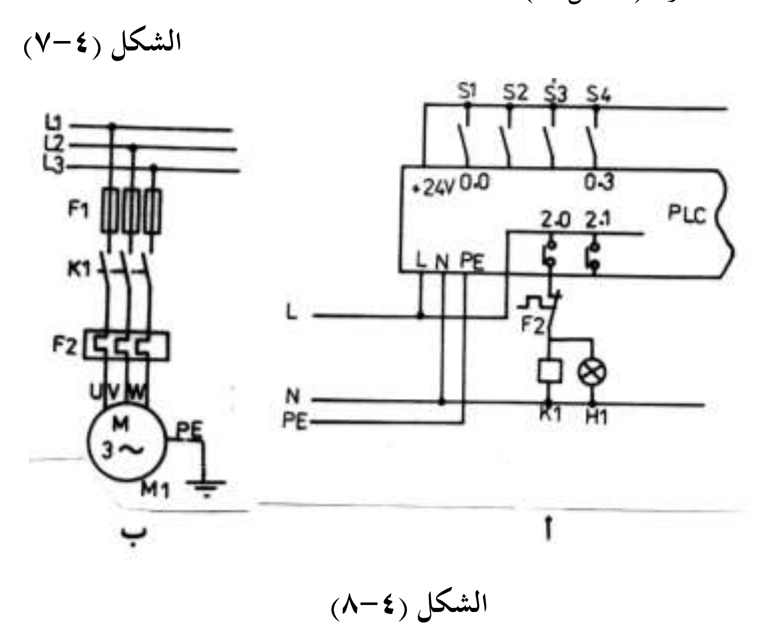
الشكل (٤-٧) يعرض الشكل السلمي لتشغيل المحرك M1 ولقد تم استنتاج هذا الشكل السلمي بالاستعانة برموز العناصر المستخدمة ثم بعد ذلك تم استبدالها بالمعاملات المدونة في قائمة التخصيص .

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC والدائرة الرئيسية للمحرك:

الشكل (٤-٨) يعرض مخطط التوصيل مع   PLC (الشكل أ) والدائرة الرئيسية للمحرك (الشكل ب) .



الشكل (٤-٧)



الشكل (٤-٨)

ويلاحظ أنه تم توصيل المتمم الحراري F2 بالتوالي مع ملف الكونتاكتور K1 وكذلك تم توصيل لمبة بيان التشغيل H1 بالتوازي مع ملف الكونتاكتور K1 وذلك لعدم دخول هذه العناصر في الشكل السلمي وتستخدم هذه الطريقة عند قلة عدد المداخل و المخارج المتاحة لجهاز PLC .

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة إلى المدخل I 0.0 لجهاز PLC فتنعكس حالة الريش I 0.0 في الشكل السلمي فتغلق الريشة المفتوحة I 0.0 ومن ثم يكتمل مسار الإمساك S للقلاب Q 2.0 فيحدث إمساك لهذا القلاب و بالتالي تصل إشارة عالية إلى ريلاي المخرجQ 2.0 فيغلق ريشته المفتوحة و يكتمل مسار تيار H1 , K1 و يدور المحرك M1 وتضيء لمبة البيان H1 و الجدير بالذكر انه يمكن تشغيل المحرك M1 بواسطة الضاغط S2 أيضا و يمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S3 فتصل إشارة عالية للمدخل I 0.2 وتنعكس حالة الريش I 0.2 في الشكل السلمي فتغلق الريشة المفتوحة I 0.2 ومن ثم ينقطع مسار تيار التحرير R للقلاب Q 2.0 و تباعا تفتح ريشة ريلاي المخرج Q 2.0 و ينقطع مسار التيار K1,H1 ويتوقف المحرك وتنطفئ لمبة البيان و يمكن إيقاف المحرك أيضا بواسطة الضاغط S4 وفي حالة حدوث زيادة في الحمل على المحرك M1 تفتح ريشة المتمم الحراري F2 فينقطع مسار التيار K1,H1 و يتوقف المحرك .

ب-الطريقة المعتادة :-

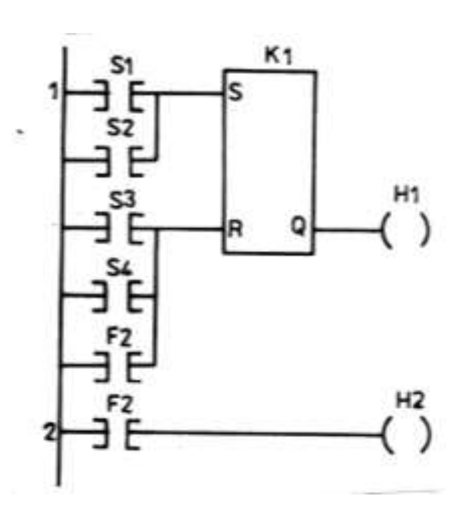
أولا قائمة التخصيص .

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I 0.0	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط التشغيل الأول
S2	I 0.1	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط التشغيل الثاني
S3	I 0.2	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط الإيقاف الأول
S4	I 0.3	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط الإيقاف الثاني
F2	I 0.4	ريشة مفتوحة طبيعيا NO من ضاغط المتمم الحراري
K1	Q 2.0	ملف كونتاكتور تشغيل المحرك
H1	Q 2.1	لمبة بيان التشغيل
H2	Q 2.2	لمبة بيان زيادة الحمل

ثانيا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٩) يعرض الشكل السلمي لتشغيل المحرك M1 .

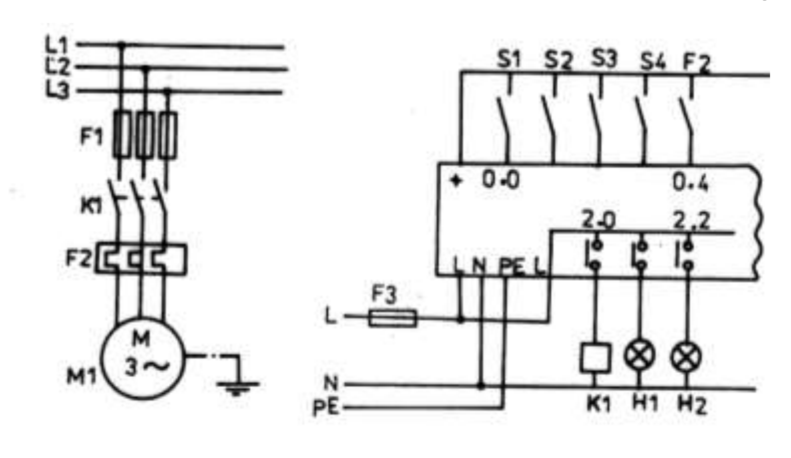
و لقد تم استنتاج هذا الشكل السلمي بالاستعانة برموز العناصر المستخدمة ثم بعد ذلك تم استبدالها بالمعاملات المدونة في قائمة التخصيص و ذلك من أجل التبسيط .



الشكل (٤-٩)

ثالثا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة الرئيسية :-

الشكل(٤-١٠) يعرض مخطط التوصيل مع PLC (الشكل أ) والدائرة الرئيسية للمحرك (الشكل ب) .



الشكل (٤-١٠)

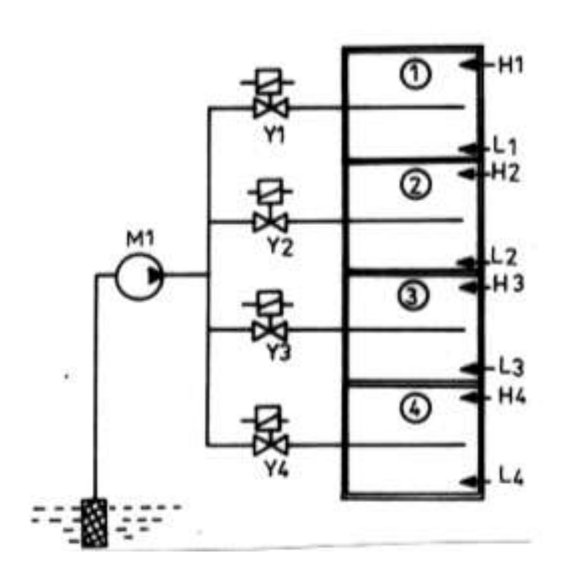
نظرية التشغيل :-

لا تختلف نظرية التشغيل في هذه الطريقة عن الطريقة المختصرة عدا أن لمبة البيان H1 تضيء عندما تكون حالة المخرج Q 2.1 عالية و هذا يحدث تكون حالة المخرج Q 2.0 عالية وكذلك

فإنه عند حدوث زيادة في الحمل على المحرك M1 تغلق ريشة المتمم الحراري F2 فتصل إشارة عالية للمدخل I 0.4 و من ثم ينعكس حالة ريش I 0.4 في الشكل السلمي ويكتمل مسار تحرير Q 2.0 وتصبح حالته منخفضة و تباعا تصبح حالة Q 2.1 منخفضة ويتوقف المحرك M1 لانقطاع مسار تيار K1 وكذلك تنطفئ لمبة البيان H1 وكذلك يكتمل مسار تيار المخرج Q 2.2 ومن ثم يكتمل مسار تيار لمبة بيان زيادة الحمل H2 . و يمكن إعادة تشغيل المحرك بعد زيادة الحمل عليه بالضغط على زر تحرير المتمم الحراري ثم إعادة الضغط على أحد ضواغط التشغيل .

٤-٦ التمرين الخامس (وحدة ري الأراضي)

الشكل (٤-١١) يعرض المخطط التقني لهذه الوحدة وهذه الوحدة تقوم بري أربع قطع أرض (1 : 4)بواسطة مضخة مدارة بالمحرك M1 ولكل قطعة أرض مجسين رطوبة أحدهما يعطي إشارة عند وصول الرطوبة بالأرض للحد الأدنى (L)والآخر يعطي إشارة عند وصول الرطوبة بالأرض للقيمة العظمى (H) وكذلك يخصص لكل قطعة أرض صمام كهربي Y يفتح عند انخفاض مستوى الرطوبة بالأرض عن الحد الأدنى المسموح به .



الشكل (٤-١١)

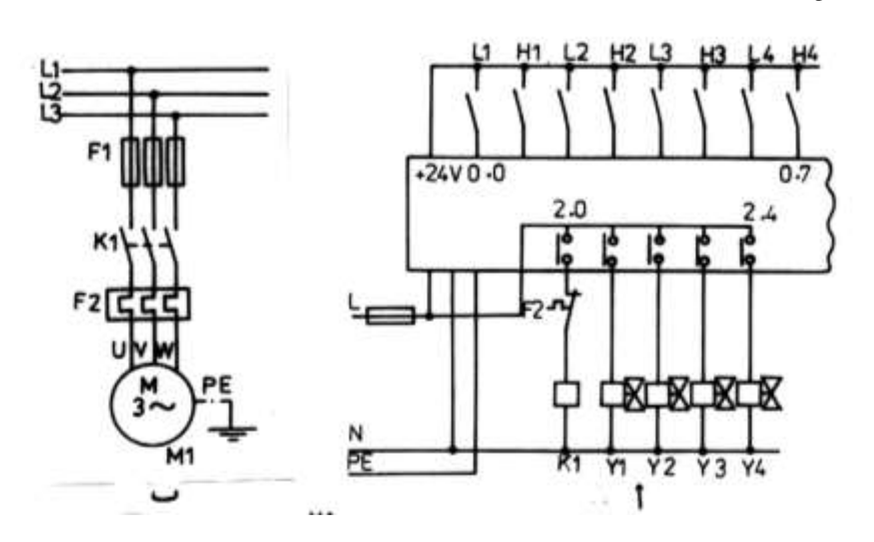
أولا قائمة التخصيص

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من مجس الحد الأدنى للرطوبة لقطعة الأرض الأولى	I 0.0	L1
ريشة مفتوحة من مجس الحد الأقصى للرطوبة لقطعة الأرض الأولى	I 0.1	H1
ريشة مفتوحة من مجس الحد الأدنى للرطوبة لقطعة الأرض الثانية	I 0.2	L2
ريشة مفتوحة من مجس الحد الأقصى للرطوبة لقطعة الأرض الثانية	I 0.3	H2
ريشة مفتوحة من مجس الحد الأدنى للرطوبة لقطعة الأرض الثالثة	I 0.4	L3

L3	I 0.6	ريشة مفتوحة من مجس الحد الأدنى للرطوبة لقطعة الأرض الرابعة
H4	I 0.7	ريشة مفتوحة من مجس الحد الأقصى للرطوبة لقطعة الأرض الرابعة
K1	Q 2.0	ملف كونتاكتور محرك المضخة
Y1	Q 2.1	ملف صمام قطعة الأرض الأولى
Y2	Q 2.2	ملف صمام قطعة الأرض الثانية
Y3	Q 2.3	ملف صمام قطعة الأرض الثالثة
Y4	Q 2.4	ملف صمام قطعة الأرض الرابعة

ثانيا مخطط التوصيل مع جهاز PLC و الدائرة الرئيسية

الشكل (٤-١٢) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل أ) وكذلك الرئيسية لمحرك المضخة (الشكل ب) .



الشكل (٤-١٢)

ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-١٣) يعرض الشكل السلمي لوحدة ري الأراضي الأربعة التي بصددها علما بأننا استبدلنا رموز العنصر بمعاملاتها للتبسيط .

نظرية التشغيل :-

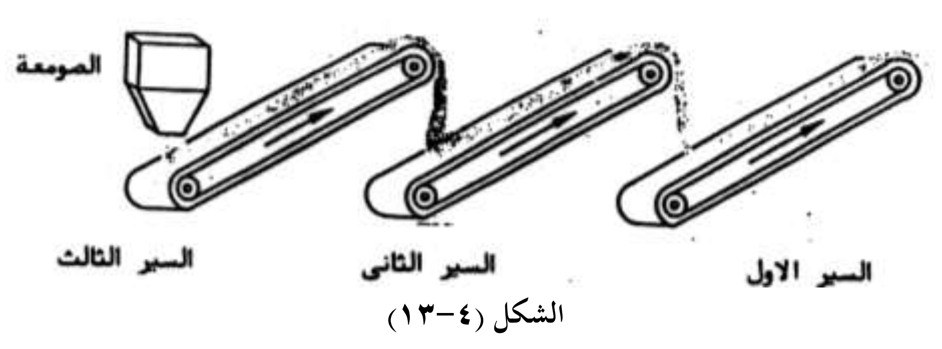
عند انخفاض مستوى الرطوبة في قطعة الأرض الأولى مثلا عن الحد الأدنى المسموح به تصبح ريشة مجس الحد الأدنى للرطوبة L1 مفتوحة و بالتالي يكتمل مسار الإمساك للقلاب Y1 ومن ثم يصل التيار الكهربي لملف الصمام Y1 وتباعا يكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور K1 (الخط الخامس) فيعمل K1 وتدور المضخة وبمجرد وصول مستوى الرطوبة في قطعة الأرض الأولى إلى الحد الأقصى المعاير عليه مجس الحد الأقصى لرطوبة قطعة الأرض الأولى H1 تغلق ريشته فيكتمل مسار التحرير R للقلاب Y1 و من ثم ينقطع التيار الكهربي عن ملف الصمام Y1 فيغلق الصمام وتبعا ينقطع مسار ملف الكونتاكتور K1 ومن ثم ينقطع التيار الكهربي عن محرك المضخة M1 .

وبنفس الطريقة يمكن شرح نظرية التشغيل عند انخفاض مستوى الرطوبة عن الحد الأدنى في قطعة الأرض الثانية والثالثة والرابعة .

الشكل (٤-١٣)

٤-٧ التمرين السادس (وحدة النقل بالسيور)

الشكل (٤-١٤) يعرض المخطط التقني لثلاثة سيور ناقلة تقوم بنقل الخامات الموجود في صومعة إلى حفرة أسفل السير رقم 1



الشكل (٤-١٣)

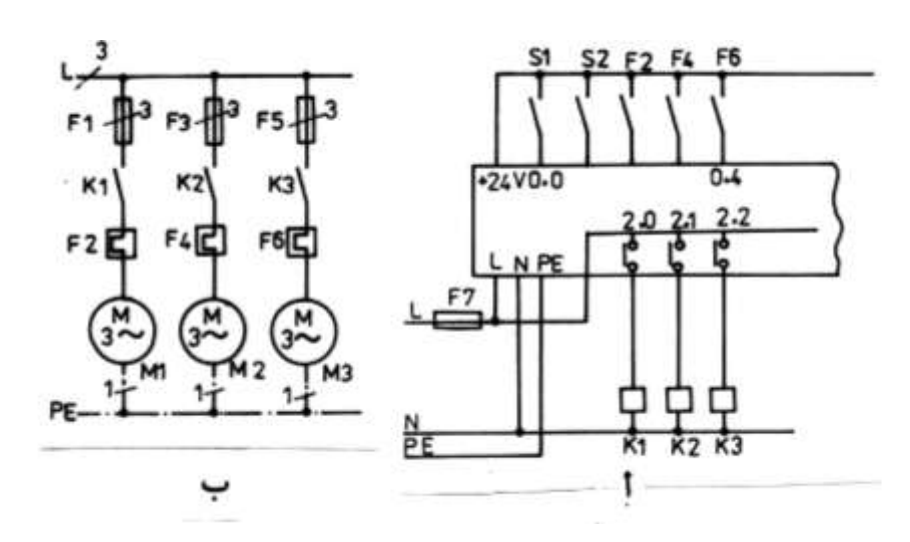
فعند الضغط على ضاغط التشغيل يدور السير الأول ثم الثاني ثم الثالث وعند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير الأول يتوقف السيرين الثاني و الثالث أما عند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير الثاني يتوقف محرك السير الثالث و عند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير الثالث يتوقف السير الثالث فقط .

أولا قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I 0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف
S2	I 0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
F2	I 0.2	ريشة مفتوحة من متمم زيادة حمل M1
F4	I 0.3	ريشة مفتوحة من متمم زيادة حمل M2
F6	I 0.4	ريشة مفتوحة من متمم زيادة حمل M3
K1	Q 2.0	ملف كونتاكتور المحرك M1
K2	Q 2.1	ملف كونتاكتور المحرك M2
K3	Q 2.2	ملف كونتاكتور المحرك M3

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC والدائرة الرئيسية :-

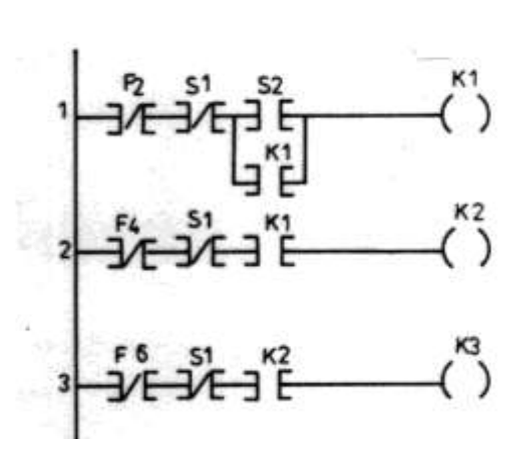
الشكل (٤-١٥) يعرض مخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل أ) و الدائرة الرئيسية للمحركات (الشكل ب) .



الشكل (٤-١٥)

ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-١٦) يعرض الشكل السلمي لوحدة النقل بالسيور التي يصدرها علما بأنه تم استبدال معاملات العناصر المستخدمة برموزها وذلك حتى يسهل على القارئ تتبع نظرية عمل الشكل السلمي بسهولة ويسر .



الشكل (٤-١٦)

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على ضاغط التشغيل S2 تغلق ريشة S2 الموجودة في الخط الأول فيكتمل مسار التيار K1 و يقوم بغلق ريشته المفتوحة K1 الموصلة بالتوازي مع ضاغط S2 (الخط الأول) فيعمل على إحداث إبقاء ذاتي لمسار التيار بعد إزالة الضغط عن ضاغط التشغيل S2 و كذلك

تغلق ريشة K1 في الخط الثاني فيكتمل مسار تيار K2 و يعمل K1 و تباعا تغلق ريشة K2 المفتوحة في الخط الثالث فيكتمل مسار K3 وتعمل المحركات الثلاثة وعند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير الأول تغلق ريشة المتمم الحراري F2 الموصلة لجهاز PLC فتصل إشارة عالية للجهاز للمدخل I 0.2 فتنعكس حالة ريش F2 في الشكل السلمي و بالتالي ينقطع مسار تيار K1 و تباعا تفتح ريشة K1 في الخط الثاني فينقطع مسار تيار K2 و تباعا تفتح ريشةK2 في الخط الثالث فينقطع مسار تيار K3 وتتوقف المحركات الثلاثة .

وعند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير الثاني تغلق ريشة المتمم الحراري الموصلة مع جهاز PLC بالمدخل I 0.0فتنعكس حالة ريش I 0.4 بالشكل السلمي ومن ثم تفتح ريشة F4 في الخط الثاني و ينقطع مسار تيار K2 و تباعا تفتح الريشة K2 الموجودة في الخط الثالث فينقطع مسار تيار K3 وتتوقف المحركات M2 , M3 فقط و عند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير الثالث تغلق ريشة المتمم الحراري F6 الموصلة بجهاز PLC مع المدخل I 0.4 فتنعكس حالة ريشة F6 في الخط الثالث و ينقطع مسار تيار K3 و يتوقف المحرك M3 فقط و أثناء دوران المحركات الثلاثة يمكن إيقافهم بواسطة ضاغط الإيقاف S1 فعند الضغط عليه تغلق ريشة S1 الموصلة بجهاز PLCمع المدخل I 0.1 فتصل إشارة عالية لجهاز PLC ينتج عن انعكاس حالة ريش S1 في الشكل السلمي فينقطع مسار تيار K1 و تباعا ينقطع مسار التيار K2 وتباعا ينقطع مسار تيار K3 و تتوقف المحركات الثلاثة .

٤-٨ التمرين السابع (وحدة صناعية بأربعة محركات تعمل بتتابع زمني)

في هذا التمرين تدور المحركات الأربعة M1 ,M2 ,M3 , M4 بالتتابع التالي :-

١- المحرك M1 يدور بعد 6.7 S من لحظة بدء المحرك M4

٢- المحرك M4 يدور بعد 0.45 S من لحظة تشغيل الضاغط ON .

٣- المحرك M3 يدور بعد 150 ms من بدء المحرك M2 .

٤- المحرك M2 يبدأ بعد ست دقائق من لحظة بدء M1 .

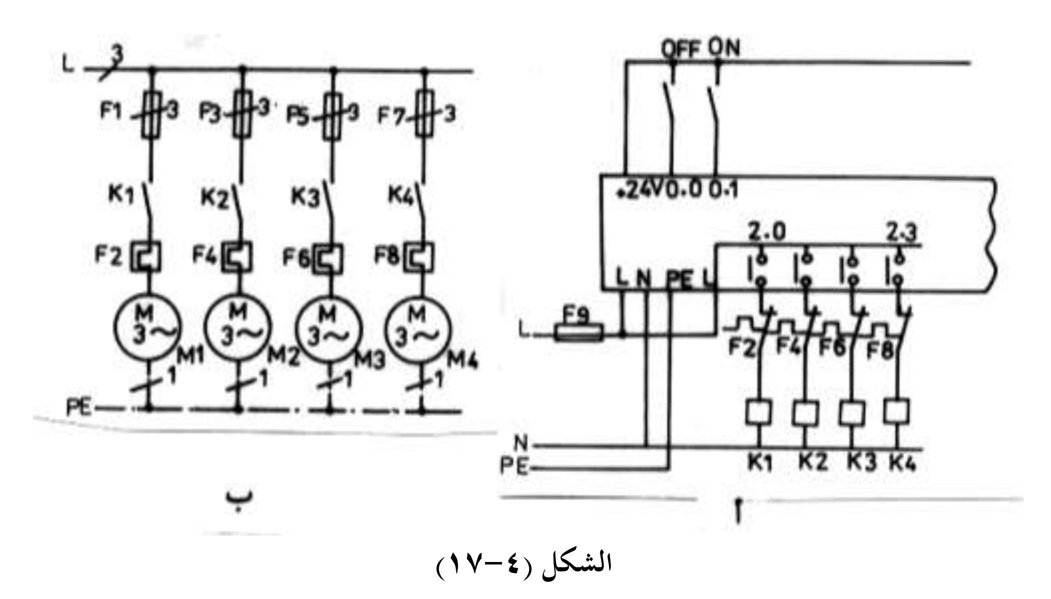
وعند الضغط على ضاغط الإيقاف OFF تتوقف المحركات M1 ,M2 ,M3 , M4 معا في لحظة واحدة .

أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I 0.3	OFF
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I 0.4	ON
ملف كونتاكتور المحرك الأول	Q 2.0	K1
ملف كونتاكتور المحرك الثاني	Q 2.1	K2
ملف كونتاكتور المحرك الثالث	Q 2.2	K3
ملف كونتاكتور المحرك الرابع	Q 2.3	K4

ثانيا مخطط التوصيل مع جهاز PLC و الدائرة الرئيسية :-

الشكل (٤-١٧) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC(الشكل أ) و الدائرة الرئيسية (الشكل ب)



الشكل (٤-١٧)

ثالثا الشكل السلمي :-

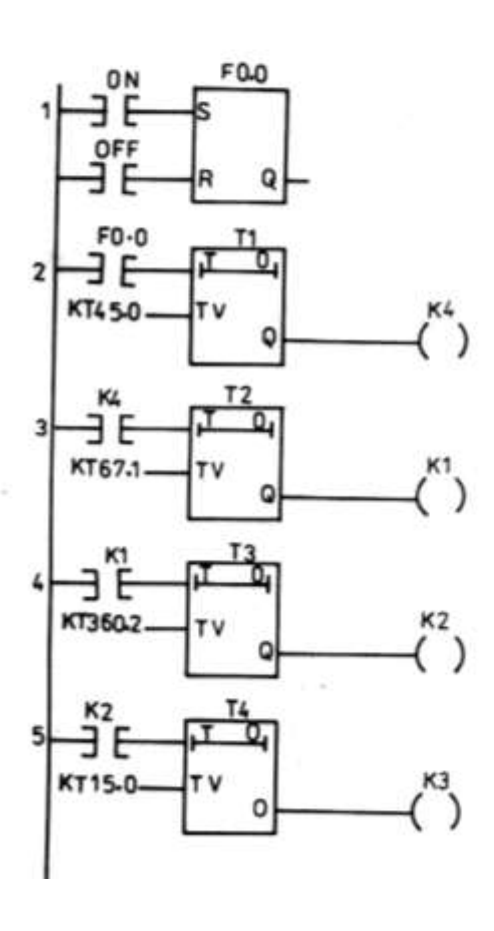
الشكل (٤-١٨) يعرض الشكل السلمي للوحدة الصناعية التي بصددها و لقد تم استبدال معاملات أجهزة المداخل و المخارج المختلفة برموزها من أجل تسهيل استيعاب نظرية التشغيل .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على ضاغط التشغيل ON يكتمل مسار الإمساك S للقلاب F0.0 فيحدث إمساك للقلاب ومن ثم يغلق القلاب ريشته المفتوحة (الخط الثاني) فيكتمل مسار التيار المؤقت T1 وبعد مرور S 0.45 تصبح حالة المؤقت T1 عالية وبالتالي يعمل K4 ويدور المحرك M4 .

وتغلق الريشة K4 (الخط الثالث) فيكتمل مسار تيار T2 وبعد مرور S 6.7 تصبح حالة المؤقت T2 عالية و بالتالي يعمل K1 ويدور المحرك M1 وتغلق الريشة K1 (الخط الرابع) فيكتمل مسار تيار T3 و بعد مرور S 360 أي (ست دقائق) تصبح حالة T3 عالية و يعمل K2 ويدور المحرك M2 وتغلق الريشة K2 (الخط الخامس) فيكتمل مسار تيار المؤقت T4 وبعد مرور S 0.15 تصبح حالة المؤقت T4 عالية و بالتالي يعمل K3 و يدور



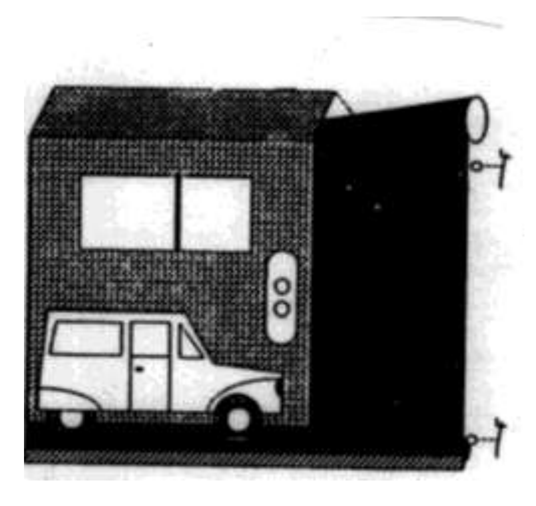
الشكل (٤-١٨)

لمحرك M3 و عند الضغط على ضاغط الإيقاف OFF تصل إشارة عالية لمدخل التحرير R للقلاب F 0.0 فتصبح حالة العلم F 0.0 منخفضة ومن ثم فإن الريشة المفتوحة ON (الخط الثاني) تعود لحالتها الطبيعية فينقطع مسار تيار T1 فتصبح حالته منخفضة وتباعا ينقطع التيار الكهربي عن K4 فيتوقف المحرك M4 وفي نفس الوقت تعود الريشة K4 (الخط الثالث) لوضعها الطبيعي فينقطع مسار تيار T2 وتباعا ينقطع التيار الكهربي عن K1 ويتوقف المحرك M1 و في نفس الوقت تعود الريشة K1 (الخط الرابع) لوضعها الطبيعي فينقطع مسار تيار T3 وتباعا ينقطع التيار الكهربي عن K2 ويتوقف المحرك M2 وفي نفس الوقت تعود الريشة K2 (الخط الخامس) لوضعها الطبيعي فينقطع مسار تيار T4 و تباعا ينقطع التيار الكهربي عن K3 و يتوقف المحرك M3 أي أن المحركات M1, M2 ,M3 ,M4 تتوقف جميعا عند الضغط على ضاغط الإيقاف

OFF و يتم ذلك في نفس الوقت لأن زمن دورة تشغيل جهاز PLC تصل إلى 10ملي ثانية أي (0.01 S) .

٤-٩ التمرين الثامن (بوابة دخول جراج رأسية)

الشكل (٤-١٩) يبين المخطط التقني لبوابة جراج رأسية و هذه البوابة تكون دائما مغلقة



الشكل (٤-١٩)

وعندما يريد حارس الجراج فتح البوابة يضغط على الضاغط S1 وعندما يريد حارس الجراج غلق البوابة يضغط على الضاغط S2 .

و الجدير بالذكر أنه يلزم لفتح وغلق البوابة محرك كهربي ثلاثي الأوجه يتم تشغيله في اتجاهين فعند دورانه في اتجاه عقارب الساعة تفتح البوابة وعند دورانه في عكس اتجاه عقارب الساعة تغلق البوابة ويلزم أيضا مفتاحين نهايات مشوار ميكانيكية أحدهما يعمل على قطع التيار الكهربي عن المحرك عند وصول الباب لنهاية مشوار الغلق .

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن استبدال ضاغط الفتح S1 بمفتاح يعمل عند الترددات فوق الصوتية Ultra Sonic وذلك عند اقتراب سيارة بجوار البوابة و يستبدل ضاغط الغلق S2 بخلية ضوئية Photo Cell تكون بداخل الجراج فبمجرد وصول السيارة لداخل الجراج تعمل الخلية الضوئية فتغلق البوابة ذاتيا .

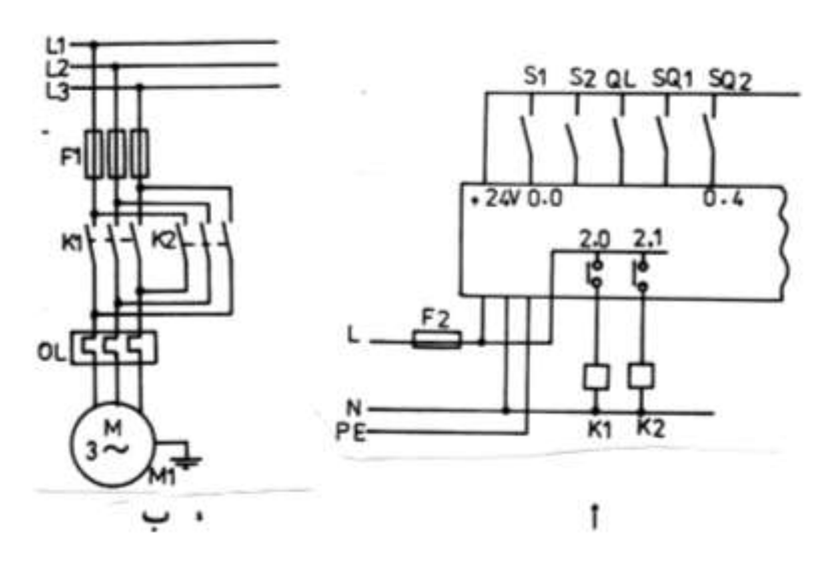
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط الفتح	I 0.0	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط الغلق	I 0.1	S2
ريشة مفتوحة من المتمم الحراري	I 0.2	OL
مفتاح نهاية مشوار الغلق	I 0.3	SQ1
مفتاح نهاية مشوار الفتح	I 0.4	SQ2
ملف كونتاكتور الفتح	Q 2.0	K1
ملف كونتاكتور الغلق	Q 2.1	K2

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة الرئيسية :-

الشكل (٤-٢٠) يعرض مخطط التوصيل مع جهاز PLC(الشكل أ) والدائرة الرئيسية (الشكل ب)



الشكل (٤-٢٠)

ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٢١) يعرض الشكل السلمي لبوابة الجراج التي بصددها علما بأن معاملات أجهزة المداخل المستخدمة استبدلت برموزها من أجل تسهيل استيعاب نظرية التشغيل .

نظرية التشغيل :-

عندما يكون باب الجراج مغلق فإن ريشة مفتاح نهاية المشوار الغلق SQ1 تكون مغلقة فتصل إشارة عالية للمدخل I 0.3 لجهاز PLC و بالتالي تنعكس الريشة SQ1 في الشكل السلمي وعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.0 لجهاز PLC ومن ثم تغلق الريشة S1 في الشكل السلمي(الخط الأول) فيكتمل مسار K1 ويدور محرك البوابة في اتجاه عقارب الساعة فتفتح البوابة وعند وصول الباب لمفتاح نهاية مشوار الفتح SQ2 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.4 لجهاز PLC ومن ثم تفتح الريشة SQ2 (الخط الأول) فينقطع مسار تيار K1 و ينقطع التيار الكهربي عن محرك البوابة ويتوقف .

الشكل (٤-٢١)

وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.1 لجهاز PLC فتغلق الريشة S2 (الخط الثاني) وحيث إنالريشة SQ2 (الخط الثاني) تكون مغلقة لوصول إشارة عالية للمدخل I 0.4 لجهاز PLC و بالتالي يكتمل مسار K2 فيدور محرك البوابة في عكس اتجاه عقارب الساعة فتغلق البوابة و بمجرد وصول البوابة لمفتاح نهاية مشوار الغلق SQ1 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.3 لجهاز PLC ومن ثم تفتح الريشة SQ1 (الخط الثاني) فينقطع مسار K2 ويتوقف المحرك .

٤-١٠ التمرين التاسع (مخرطة الزنبة بورش الإنتاج)

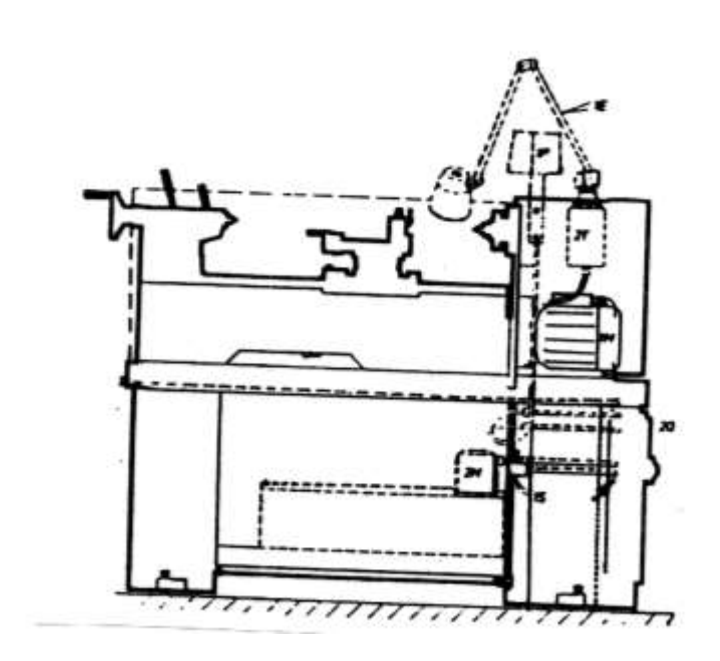
تحتوي هذه المخرطة على محركين أحدهما رئيسي لإدارة عمود الظرف M1 والآخر M2 لإدارة مضخة التبريد ويمكن إدارة ظرف المخرطة جهة اليمين بواسطة الضاغطS2وجهة اليسار بواسطة الضاغط S3 علما بأنه بمجرد إدارة ظرف المخرطة في أي اتجاه تدور المضخة تلقائيا لتضخ سائل التبريد اللازم لتبريد الشغلة و يمكن عكس حركة ظرف المخرطة بدون توقف . و عند الطوارئ يتم إيقاف المخرطة بواسطة الضاغط S0 و الذي يمكن تحريره بإدارته . و فيما يلي لمبات البيان المستخدمة في لوحة التحكم في المخرطة :-

لمبة بيان حركة الظرف جهة اليمين	H1
لمبة بيان حركة الظرف جهة اليسار	H2

لمبة بيان زيادة الحمل على محرك الظرف H3

لمبة بيان زيادة الحمل على محرك المضخة H4

و تحتوي المخرط على بريزة X1 يوصل بها مصباح لإضاءة مكان الشغلة للمشغل E1 أثناء تشغيل المخرطة والشكل (٤-٢٢) يبين المخطط التقني للمخرطة .



الشكل (٤-٢٢)

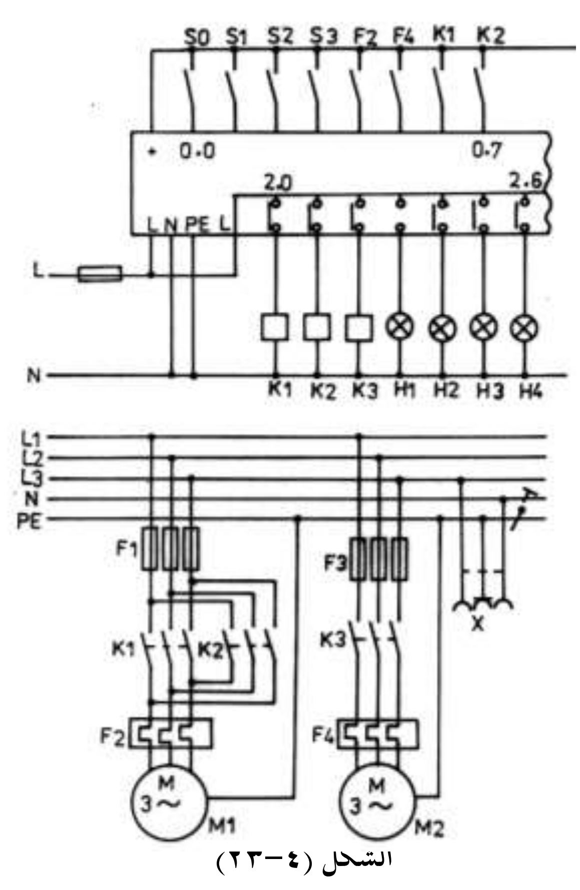
أولا قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
S0	I 0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط الطوارئ
S1	I 0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط إيقاف ظرف المخرطة
S2	I 0.2	ريشة مفتوحة من ضاغط إدارة الظرف جهة اليمين
S3	I 0.3	ريشة مفتوحة من ضاغط إدارة الظرف جهة اليسار
F2	I 0.4	ريشة مفتوحة من المتمم الحراري لمحرك الظرف
F4	I 0.5	ريشة مفتوحة من المتمم الحراري لمضخة التبريد
K1	I 0.6	ريشة مفتوحة من كونتاكتور اليمين لظرف المخرطة

K2	I 0.7	ريشة مفتوحة من كونتاكتور اليسار لظرف المخرطة
K1	Q 2.0	ملف كونتاكتور دوران الظرف جهة اليمين
K2	Q 2.1	ملف كونتاكتور دوران الظرف جهة اليسار
K3	Q 2.2	ملف كونتاكتور محرك المضخة
H1	Q 2.3	لمبة بيان حركة الظرف جهة اليمين
H2	Q 2.4	لمبة بيان حركة الظرف جهة اليسار
H3	Q 2.5	لمبة بيان زيادة الحمل على محرك الظرف
H4	Q 2.6	لمبة بيان زيادة الحمل على محرك مضخة التبريد

ثانيا مخطط التوصيل مع جهاز PLC و الدائرة الرئيسية :-

الشكل (٤-٢٣) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل أ) والدائرة الرئيسية (الشكل ب)

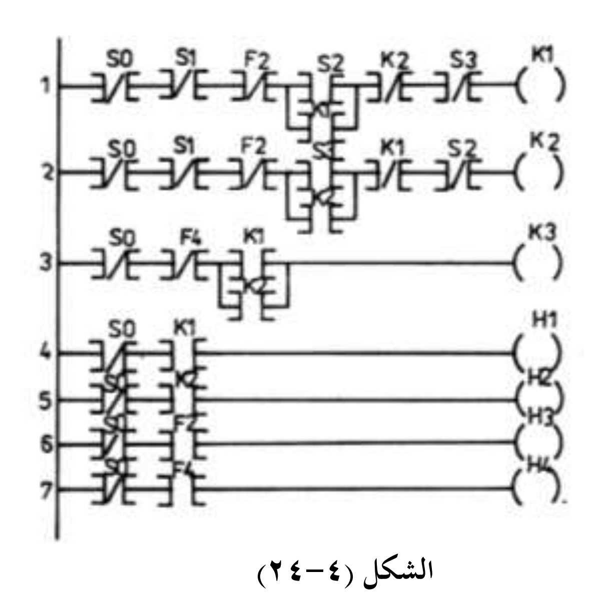


الشكل (٤-٢٣)

والشكل (٤-٢٤) يبين الشكل السلمي لمخرطة الزنبة المستخدمة في ورشة الإنتاج .

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار K1 فيدور محرك ظرف المخرطة جهة اليمين و عند الضغط على الضاغط S3 أثناء دوران ظرف المخرطة جهة اليمين تفتح الريشة S3 (الخط الأول) فينقطع مسار K1 (الخط الثاني) فيكتمل مسار تيار K2 و يدور محرك الظرف في جهة اليسار .



الشكل (٤-٢٤)

وأثناء دوران الظرف جهة اليمين تغلق الريشة K1 في الخط الثالث وكذلك عند دوران الظرف جهة اليسار تغلق الريشة K2 (الخط الثالث) فيكتمل مسار تيار K3 ويدور محرك المضخة .

و أثناء دوران محرك الظرف جهة اليمين تغلق الريشة K1 (الخط الرابع) فيكتمل مسار تيار H1 وتضيء و عند دوران محرك الظرف جهة اليسار تغلق الريشة K2 (الخط الخامس) فيكتمل مسار H2 و تضيء .

و عند حدوث زيادة في الحمل على محرك ظرف المخرطة إذا كان دائرا جهة اليمين ينقطع مسار تيار K1 ويكتمل مسار تيار K3 . و عند حدوث زيادة في الحمل على محرك ظرف المخرطة إذا كان دائرا جهة اليسار ينقطع مسار تيار K2 و يكتمل مسار K3 وتضيء . و إذا حدث زيادة في الحمل على محرك مضخة الزيت ينقطع مسار تيار K3 و يكتمل مسار H4 وتضيء .

و تجدر الإشارة إلى أننا استخدمنا في هذا التمرين ريشة إضافية من K1 وأخرى من K2 و تم توصيلها بجهاز PLC لأنه عند عكس اتجاه المحرك الرئيسي للظرف بدون توقف فإن سرعة الجهاز

PLC تكون عادة أكبر من سرعة الوصل و الفصل للكونتاكتور والتي تصل إلى 20 ms ملي ثانية وهذا الفرق يؤدي لإحداث قصر شديد في حالة عدم استخدام ريش إضافية من K1,K2

حيث إنجهاز PLC سيعطي أمر تشغيل في الاتجاه المعاكس قبل أن يفصل كونتاكتور الاتجاه الأول ولكن عند استخدام هذه الريشة الإضافية فإنه لن يتم الانتقال من اتجاه لأخر إلا بعد فصل كونتاكتور الاتجاه الأول .

٤-١١ التمرين العاشر (الضاغط الهوائي)

يستخدم الضاغط الهوائي في المصانع التي تحتوي على أنظمة تعمل بالهواء المضغوط ويدار هذا الضاغط بمحرك كهربي يبدأ حركته نجما Star ثم دلتا Delta.

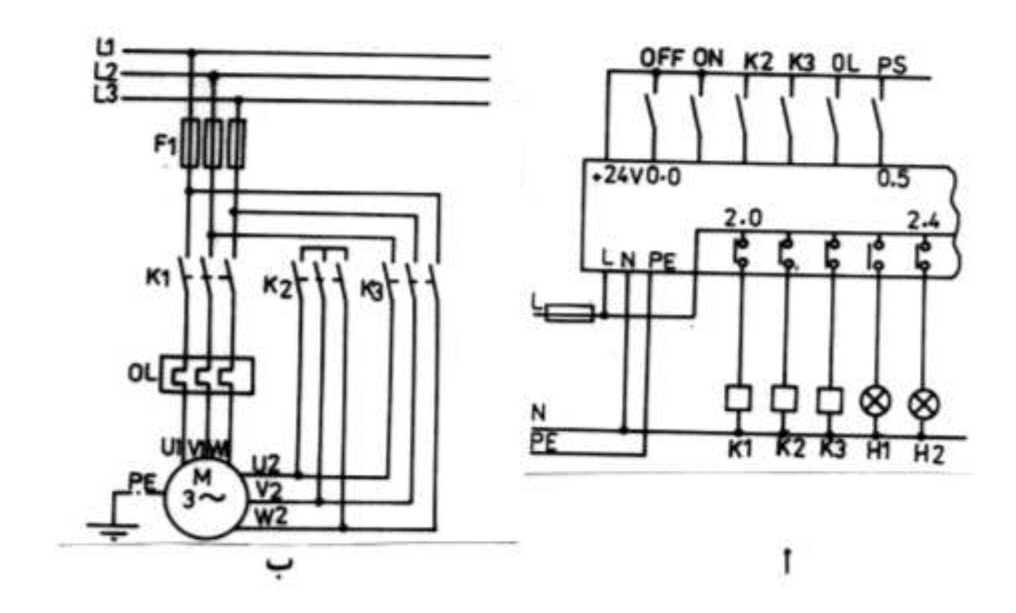
أولا قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
OFF	I 0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف
ON	I 0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
K2	I 0.2	ريشة مفتوحة من كونتاكتور النجما
K3	I 0.3	ريشة مفتوحة من كونتاكتور الدلتا
OL	I 0.4	ريشة مفتوحة من المتمم الحراري
PS	I 0.5	ريشة مفتوحة من قاطع ضغط الخزان
K1	Q 2.0	ملف الكونتاكتور الرئيسي
K2	Q 2.1	ملف كونتاكتور النجما Y
K3	Q 2.2	ملف كونتاكتور الدلتا Δ
H1	Q 2.3	لمبة بيان التشغيل
H2	Q 2.4	لمبة بيان زيادة الحمل

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة الرئيسية :-

الشكل(٤-٢٥) يعرض مخطط التوصيل مع جهاز PLC(الشكل أ) والدائرة الرئيسية (الشكل ب)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٤-٢٥)

ثانيا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٢٦) يبين الشكل السلمي للضاغط الدوار .

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على ضاغط التشغيل ON يكتمل مسار الإمساك للقلاب F 0.0 (الخط الأول) وتباعا يكتمل مسار التيار K2 (الخط الثالث) فتغلق الريشة K2 المفتوحة في الخط الأول ويكتمل مسارK1 ويحدث إمساك ذاتي لمسار تيارK1 بواسطة الريشة K1 الموصلة بالتوازي مع الريشة K2 ويدور المحرك الذي يدير الضاغط وملفاته موصلة نجما وكذلك تغلق الريشة K1 (الخط الخامس) ويكتمل مسار المؤقت T1 و بعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت T1 و الذي يساوي ست ثواني تفتح الريشة T1 (الخط الثالث) وتغلق الريشة T1 (الخط الرابع) فينقطع مسار الكونتاكتور K2 و يكتمل مسار الكونتاكتور K3 و يدور محرك الضاغط وملفاته موصلة دلتا و تضيء لمبة البيان H1 الخاصة بتشغيل الضاغط . و بمجرد وصول الضغط في خزان الهواء المضغوط للضاغط للضغط المعاير عليه مفتاح الضغط PS ينقطع مسار تيار الكونتاكتور K1 (الخط الثاني) و تباعا ينقطع مسار تيار H1, K3 و يتوقف محرك الضاغط وتنطفئ لمبة بيان التشغيل .

وعند حدوث زيادة في الحمل على الضاغط تفتح ريشة المتمم الحراري OL

(الخط الثاني) فينقطع مسار التيار K1 و تباعا ينقطع مسار تيار K3,H1 ويتوقف الضاغط وتنطفئ لمبة بيان التشغيل H1 وفي نفس الوقت تغلق ريشة المتمم الحراري OL (الخط السادس) فيكتمل مسار تيار لمبة بيان زيادة الحمل H2 و تضيء لمبة بيان زيادة الحمل .و يمكن إيقاف الضاغط الهوائي بالضغط على ضاغط الإيقاف OFF فيكتمل مسار التحرير R للقلاب F 0.0 و من ثم ينقطع تيار K1 و تباعا ينقطع مسار تيار K3.H1 ويتوقف محرك الضاغط .

وتجدر الإشارة إلى أنه استخدم ريش إضافية من K2,K3 كمداخل

الشكل (٤-٢٦)

لجهاز PLC لتجنب الفرق الزمني بين زمن دورة تشغيل جهاز PLC و زمن فصل ووصل الكونتاكتورات و من ثم تجنب حدوث قصر عند الانتقال من نجما إلى دلتا .

٤-١٢ التمرين الحادي عشر (مولد النبضات)

في هذا التمرين مولد نبضات يخرج نبضات لها معامل خدمة Duty Cycle (50%) وله مدة فصل 1 S ويعمل عند الضغط على الضاغط ON و يفصل عند الضغط على الضاغط OFF وخرج المولد يخرج على لمبة البيان H1 .

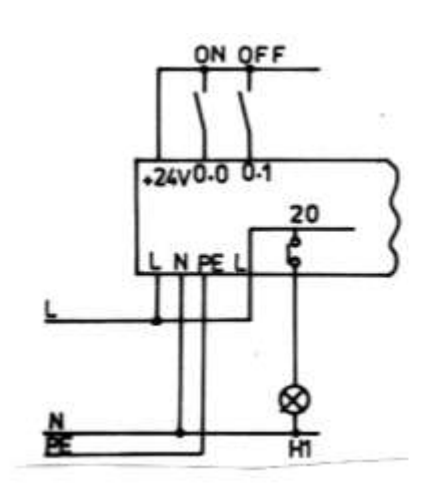
أولا قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
ON	I 0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل

ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I 0.1	OFF
لمبة بيان	Q 2.0	H1

ثانيا مخطط التوصيل :-

الشكل (٤-٢٧) يعرض مخطط التوصيل لمولد النبضات الذي بصدده .



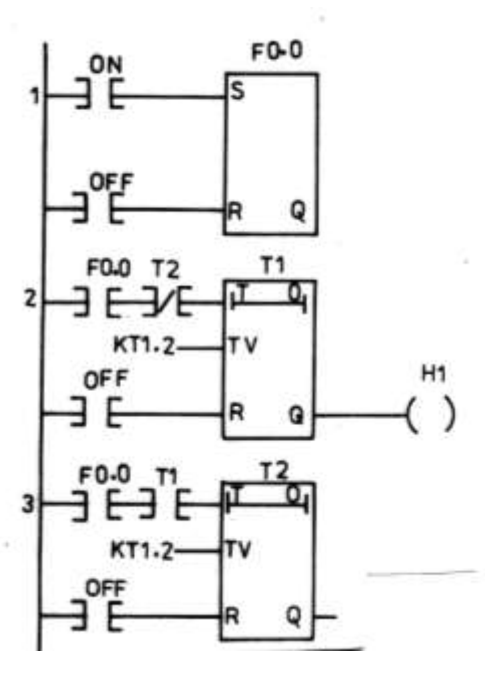
الشكل (٤-٢٧)

ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٢٨) يعرض الشكل السلمي لمولد النبضات الذي بصدده مع استبدال معاملات أجهزة المداخل والمخارج برموزها المبينة بقائمة التخصيص لتسهيل عملية متابعة نظرية التشغيل .

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على الضاغط ON يكتمل مسار إمساك F0.0 وتصبح حالة F0.0 عالية فتغلق الريشة F0.0 (الخط الثاني والخط الثالث) ويكتمل مسار تيار T1 (الخط الثاني) وبعد مرور ثانية تصبح حالة T1 عالية و بالتالي تصبح حاله H1 عالية فتضيء لمبة البيان H1 وكذلك تغلق الريشة T1 (الخط الثالث) فيكتمل مسار T2 و بعد مرور ثانية تصبح حالة T2 عالية فتفتح الريشة T2 (الخط الثاني) و ينقطع مسار تيار المؤقت T1 و تباعا ينقطع مسار تيار H1 ثم تتكرر دورة التشغيل السابقة و بذلك تضيء لمبة البيان H1 لمدة ثانية و تنطفئ لمدة ثانية .



الشكل (٤-٢٨)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٤-١٣ التمرين الثاني عشر (وحدة التعبئة)

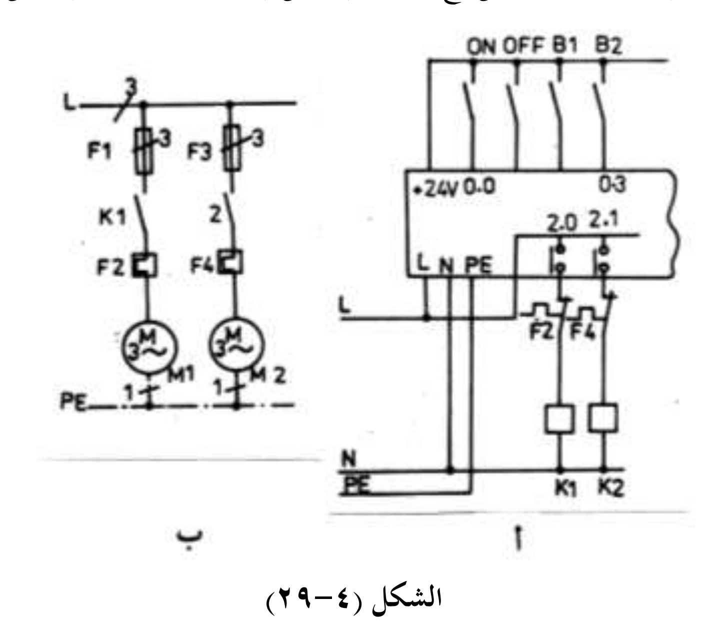
تحتوي وحدة التعبئة التي بصددها على سيرين أحدهما يعمل على نقل 500 عبوة إلى سيارة التحميل الأولى ثم يعمل الآخر على نقل 400 عبوة إلى سيارة التحميل الثانية و تتكرر دورة التشغيل .

أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I 0.0	ON
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I 0.1	OFF
ريشة مفتوحة من خلية ضوئية موضوعة على السير الأول	I 0.2	B1
ريشة مفتوحة من خلية ضوئية موضوعة على السير الثاني	I 0.3	B2
ملف كونتاكتور محرك السير الأول	Q 2.0	K1
ملف كونتاكتور محرك السير الأول	Q 2.1	K2

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة الرئيسية

الشكل (٤-٢٩)يبين مخطط التوصيل مع PLC (الشكل أ) و الدائرة الرئيسية (الشكل ب) .



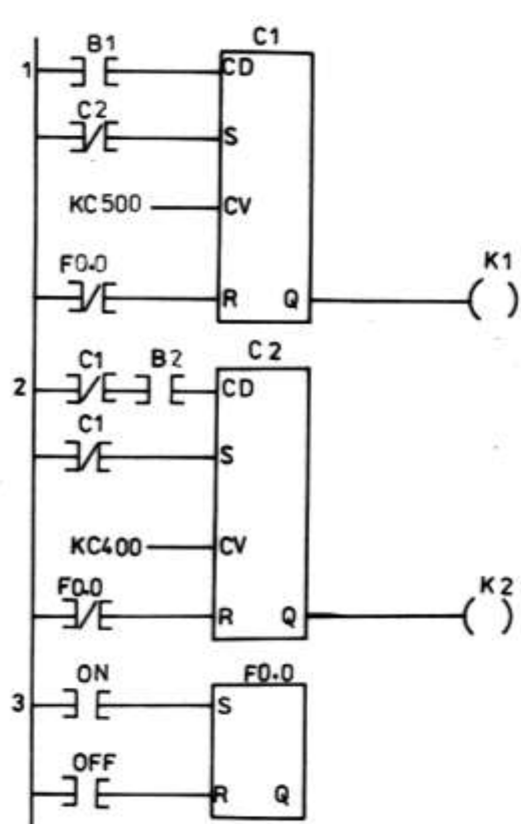
الشكل (٤-٢٩)

ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٣٠) يبين الشكل السلمي لوحدة التعبئة التي بصددها .

نظرية التشغيل :-

فعند الضغط على ضاغط التشغيل ON تصل إشارة عالية إلى مدخل القلاب F0.0 فتفتح الريشة المغلقة الموصلة مع مداخل تحرير العدادات C1,C2 و بالتالي يحدث إمساك للعداد C1 بالعدد 500 فيكتمل مسار تيار K1 و يعمل السير الأول و كلما مرت عبوة على مكان الخلية الضوئية B1 تصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلي للعداد C1 فيقل العدد المحمل به العداد بواحد وهكذا حتى يصبح العدد المحمل به C1 مساويا صفرا فيصبح خرج C1 منخفضا وينقطع مسار تيار K1 ويتوقف محرك إدارة السير الأول ويتوقف السير الأول وفي نفس الوقت يحدث اكتمال لمسار إمساك C2 نتيجة لعودة الريشة المغلقة C1 الموصلة بمدخل إمساك العداد C2 لوضع الغلق ويحمل العداد C2 بالعدد 400 و بالتالي يصبح خرج العداد C 2 عاليا فيكتمل مسار K2 و يدور محرك السير الثاني و كلما مرت عبوة على مكان الخلية الضوئية B2 تغلق الريشة B2 الموصلة بمدخل العد التنازلي للعداد C 2 و يقل العدد المحمل به العداد C 2 و هكذا حتى يصبح مساويا الصفر و بالتالي يصبح خرج C2 منخفضا و ينقطع مسار تيار K2 ويتوقف محرك إدارة السير الثاني و يتوقف السير الثاني



الشكل (٤-٣٠)

وفي نفس الوقت يكتمل مسار تيار الإمساك للعداد C2 وتتكرر دورة التشغيل إلى أن يتم الإيقاف بواسطة ضاغط الإيقاف OFF فيحدث تحرير للعلم F 0.0 و تباعا يحدث تحرير لكلا من C1 C2, و يتوقف السير الأول والسير الثاني .

و يمكن تغيير قيم أعداد العبوات التي تنقل بواسطة السير الأول و السير الثاني بواسطة لوحة المشغل Operator Panel وذلك باستخدام جهاز PLC المبين بالشكل (٤-٢٩) بقائمة الجمل التالية

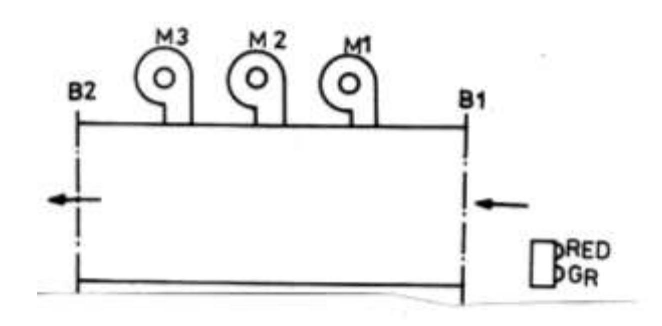
OB1	FB2	تابع FB2	DB 12
SEG 1	SEG 1		KC 500
JUFB 2	A I 0.0	LDW 1	KC 400
	S F 0.0	SC2	
	A I 0.1	AN F 0.0	
	R F0.0	RC1	
	SEG 2	RC2	
	A I 0.2	= Q 2.1	
	CD C1		
	AN C2		
	CD B12		
	LDW 0		
	SC1		
	AN F0.0		
	R C1		
	A C1		
	= Q 2.0		
	SEG 3		
	AN C1		
	A I 0.3		
	CD C2		

		A C1	
		CD B12	

علما بأن SEG1 , SEG2 , SEG3 تقابل الخطوط 1, 2 , 3 في الشكل السلمي .

٤-١٤ التمرين الثالث عشر (تهوية نفق السيارات الصغيرة)

الشكل (٤-٣١) يبين المسقط الأفقي لنفق سيارات صغيرة .



الشكل (٤-٣١)

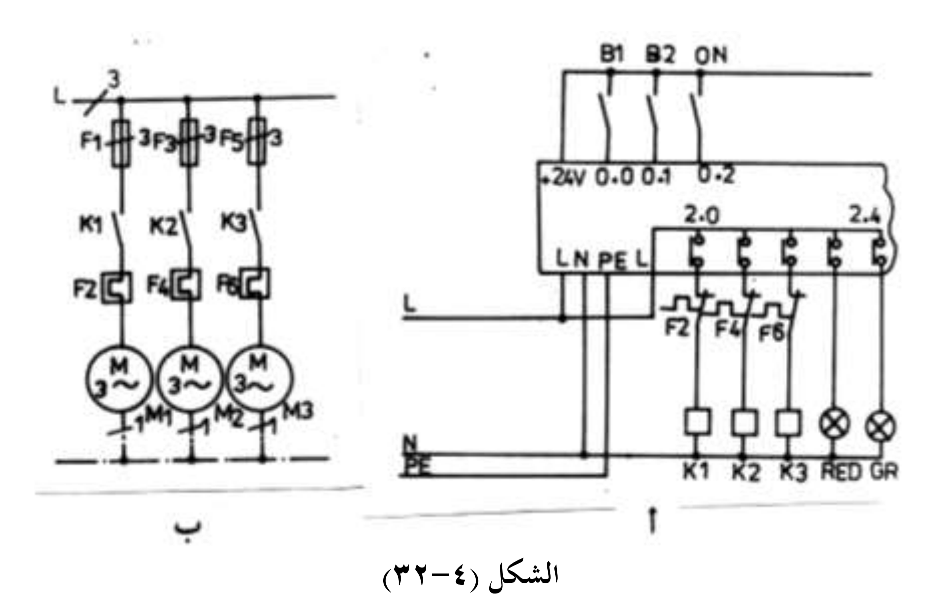
وهذا النفق مزود بخلية ضوئية عند المدخل B1 و أخرى عند المخرج B 2 وكذلك ثلاث مراوح مدارة بالمحركات M1,M2,M3 و يوجد عند المدخل إشارة ضوئية مزودة بلمبة حمراء RED وأخرى خضراء GR تضيء طالما أن عدد السيارات الموجودة بالنفق أقل من 100 سيارة فإذا كان عدد السيارات الموجودة بالنفق أقل من أو يساوي 30 سيارة تعمل مروحة الشفط الأولى وإذا كان عدد السيارات الموجودة بالنفق أكبر من 30 وأقل من أو يساوي 50 تعمل المروحة الأولى والثانية و إذا كان عدد السيارات الموجودة بالنفق أكبر من 50 تعمل المراوح الثلاثة جميعا .وإذا وصلت عدد السيارات الموجودة بالنفق إلى 100 سيارة تضيء لمبة البيان الحمراء RED للإشارة الضوئية الموجودة في مدخل النفق لمنع دخول السيارات النفق .

أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من خلية ضوئية موضوعة عند المدخل	I 0.0	B1
ريشة مفتوحة من خلية ضوئية موضوعة عند المخرج	I 0.1	B2
ريشة مفتوحة من مفتاح التشغيل	I 0.2	ON

ملف كونتاكتور المروحة الأولى	Q 2.0	K1
ملف كونتاكتور المروحة الثانية	Q 2.1	K2
ملف كونتاكتور المروحة الثالثة	Q 2.2	K3
لمبة الإشارة الضوئية الحمراء	Q 2.3	RED
لمبة الإشارة الضوئية الخضراء	Q 2.4	GR

الشكل (٤-٣٢) يبين مخطط التوصيل مع P LC (الشكل أ) و الدائرة الرئيسية (الشكل ب) .



الشكل (٤-٣٢)

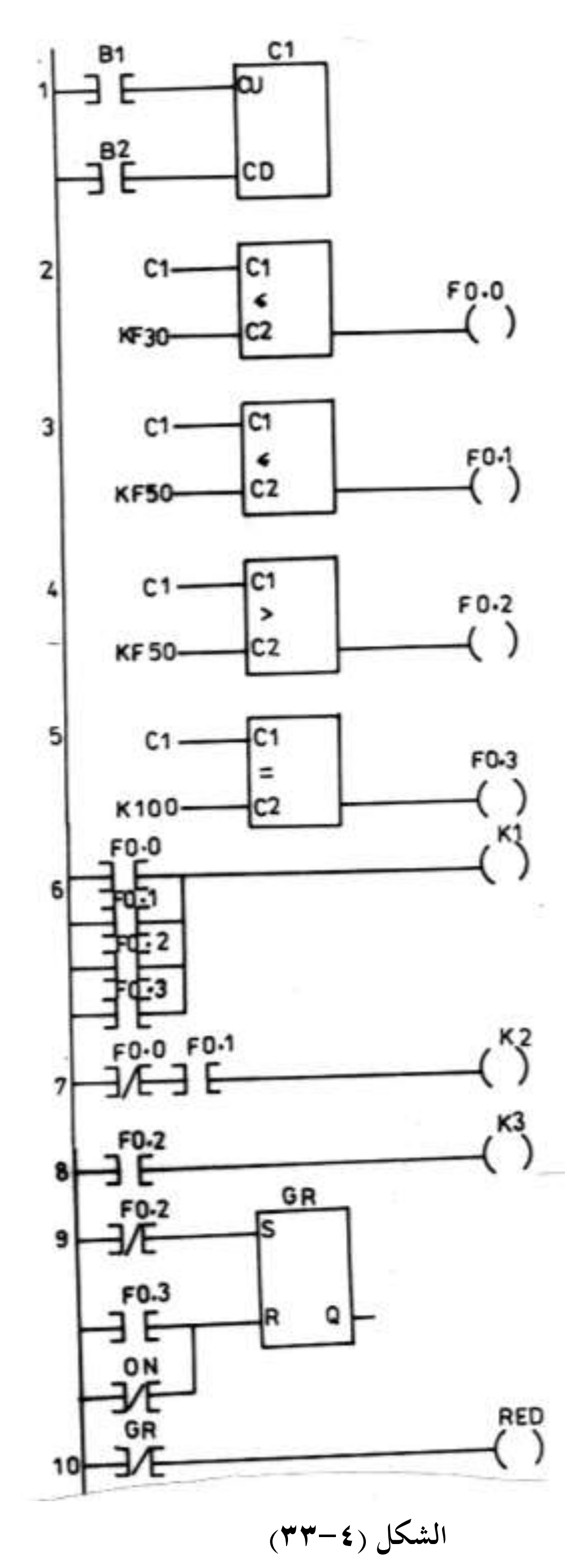
ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٣٣) يبين الشكل السلمي لنفق السيارات الصغيرة التي بصدده .

نظرية التشغيل :-

عند غلق مفتاح التشغيل ON تصبح الريشة ON الموصلة بمدخل تحرير اللمبة الخضراء GR مفتوحة و حيث إنعدد السيارات التي تتكون بداخل النفق في أول الأمر يكون صفرا لذلك فإن خرج عملية المقارنة في الخط الثاني يكون عاليا و بالتالي فإن حالة العلم F 0.0 يكون عاليا فيكتمل مسار K1 (الخط السادس) وتباعا يحدث إمساك لقلاب اللمبة الخضراء GR(الخط التاسع) وتضيء اللمبة الخضراء فتبدأ السيارات بدخول النفق فكلما دخلت سيارة النفق تغلق الريشة B1 الموصلة بمدخل العد التصاعدي للعداد C1 فتزداد القيمة الجارية للعداد بواحد وكلما خرجت سيارة من النفق تغلق الريشة B1 الموصلة بمدخل العد التنازلي للعداد C1 فتقل القيمة الجارية للعداد بواحد فإذا

كانت القيمة الجارية للعداد أصغر من أو تساوي 30 تصبح حالة F 0.0 عالية و إذا كانت القيمة الجارية للعداد C1 أصغر من أو تساوي 50تصبح حالة F 0.1 عالية وإذا كانت القيمة الجارية للعداد C1 أكبر من 50 تصبح حالة F 0.21 عالية و إذا كانت القيمة الجارية للعداد C1 مساوية 100 تصبح حالة F 0.3 عالية و يكتمل مسار تيار K1 طالما أن عدد السيارات بالنفق يتراوح ما بين 100 : 0 سيارة أي عند عمل F0.0 أو F0.0 أو F0.1 أو F0.2أوF0.3 وتدور المروحة الأولى ويكتمل مسار تيار K2 طالما أن عدد السيارات بالنفق أقل من 30 وأصغر من أو يساوي 50 أي عندما تكون حالة F 0.0 منخفضة و حالة F 0.1 عالية و تدور المروحة الثانية و يكتمل مسار تيار K3 طالما أن عدد السيارات بالنفق أكبر من 50 وتدور المروحة الثالثة . و تضيء اللمبة الخضراء GR طالما أن عدد السيارات في النفق أقل من 100 و عند وصول عدد السيارات في النفق إلى 100 سيارة تصل إشارة تحرير إلى قلاب اللمبة الخضراء GR نتيجة لغلق الريشة المفتوحة F0.3 و في نفس الوقت تضيء اللمبة الحمراء RED

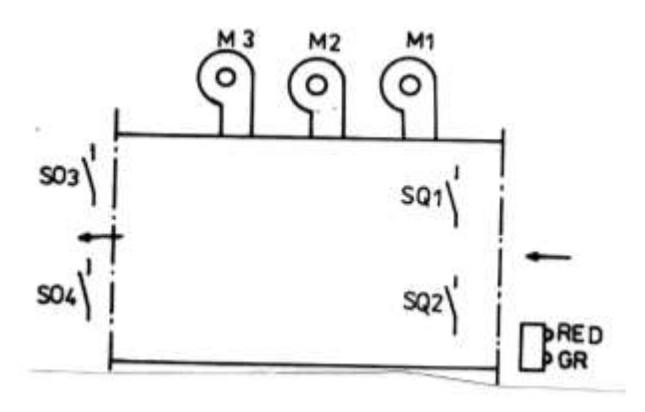


الشكل (٤-٣٣)

لأنها تضيء طالما أن اللمبة الخضراء غير مضيئة ويستمر الوضع على هذا الحال إلى أن يقل عدد السيارات في النفق ليصبح مساويا 50 سيارة في هذه الحالة تصل إشارة إمساك لمدخل قلاب اللمبة الخضراء GR نتيجة لغلق F 0.2 من جديد وفي نفس الوقت تنطفئ اللمبة الحمراء RED وتبدأ السيارات بالدخول إلى النفق .

٤-١٥ التمرين الرابع عشر (تهوية نفق السيارات الصغيرة و عربات النقل)

الشكل (٤-٣٤) يبين المسقط الأفقي لنفق السيارات الصغيرة و عربات النقل .



الشكل (٤-٣٤)

وهذا النفق مزود بمفتاحي وزن عند المدخل SQ2 , SQ1 حيث إن SQ 1 للسيارات الصغيرة وSQ 2 لعربات النقل .

وفي المخرج يوجد مفتاحي وزن SQ3 , SQ4 حيث إن SQ3 للسيارات الصغيرة و SQ4 لعربات النقل .

و الجدير بالذكر أن عربة النقل تعامل كثلاث سيارات صغيرة . ولا يختلف طريقة عمل هذا النفق عن النفق السابق الذي تناولناه في الفقرة السابقة .

أولا قائمة التخصيص :-

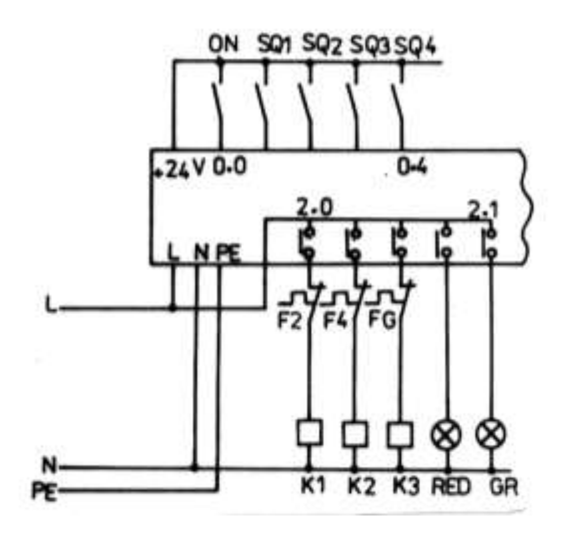
الرمز	المعامل	التعليق
ON	I 0.0	ريشة مفتوحة من مفتاح التشغيل
SQ1	I 0.1	ريشة مفتوحة من مفتاح وزن السيارات الصغيرة الموجودة بالمدخل
SQ2	I 0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح وزن العربات الكبيرة الموجودة بالمدخل

تابع قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من مفتاح وزن السيارات الصغيرة الموجودة بالمخرج	I 0.3	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح وزن العربات الكبيرة الموجودة بالمخرج	I 0.4	SQ4
ملف كونتاكتور المروحة الأولى	Q 2.0	K1
ملف كونتاكتور المروحة الثانية	Q 2.1	K2
ملف كونتاكتور المروحة الثالثة	Q 2.2	K3
لمبة الإشارة الحمراء	Q 2.3	RED
لمبة الإشارة الخضراء	Q 2.4	GR

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة الرئيسية :-

الشكل (٤-٣٥) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC علما بأن الدائرة الرئيسية للمحركات المستخدمة في هذا النفق لا تختلف عن الدائرة الرئيسية المستخدمة في النفق السابق الذي تناولناه في الفقرة السابقة .

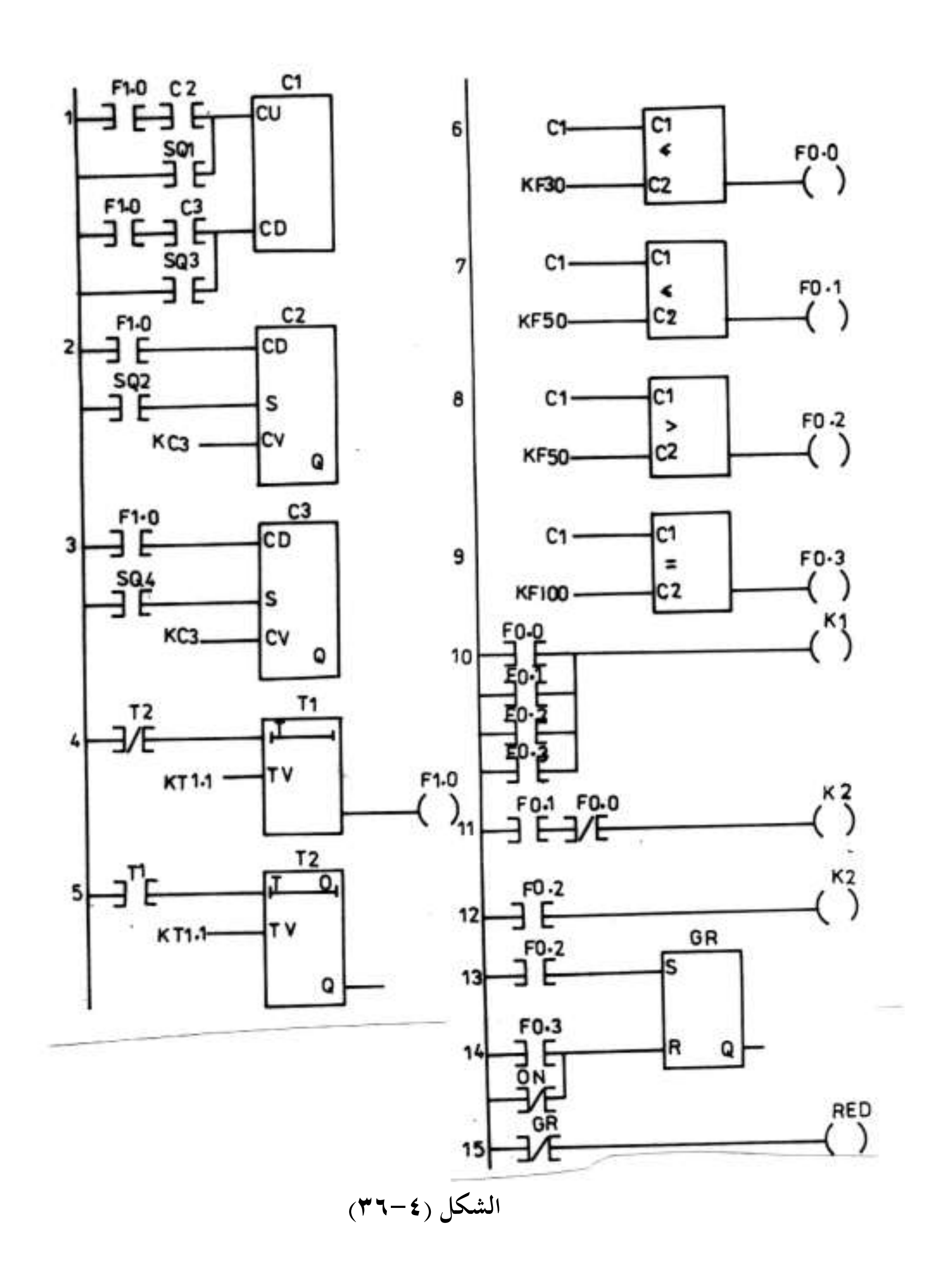


الشكل (٤-٣٥)

ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٣٦) يبين الشكل السلمي للنفق الذي بصدده .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٤-٣٦)

نظرية التشغيل :-

لا تختلف نظرية التشغيل عند مرور السيارات الصغيرة عن نظرية تشغيل النفق السابق عدا أن الخلية الضوئية B1 استبدلت بمفتاح الوزن SQ1 و الخلية الضوئية B2 استبدلت بمفتاح الوزن SQ3.
وحتى يتسنى لنا فهم نظرية التشغيل عند مرور عربة نقل سنلقي الضوء على بعض الإمكانيات المضافة لهذا الشكل السلمي فيوجد مولد نبضات يتألف من المؤقت T1 و المؤقت T2وخرجه على العلم F 1.0 و يعمل بتردد 5 HZ و العداد C2 يحمل بالعدد 3 عند خروج عربة نقل من النفق والعداد C3 يحمل بالعدد 3 عند خروج عربة نقل من النفق . و بواسطة العداد C2 ومولد النبضات يتم إدخال ثلاثة نبضات إلى مدخل العد التصاعدي للعداد C1 عند دخول عربة نقل إلى داخل النفق و بذلك تزداد القيمة الجارية للعداد C1 بمقدار 3 .
وبواسطة العداد C3 ومولد النبضات يتم إدخال ثلاثة نبضات إلى مدخل العد التنازلي للعداد C1 عند خروج عربة نقل من النفق و بذلك تقل القيمة الجارية للعداد C1 بمقدار 3 .

٤-١٦ التمرين الخامس عشر (وحدة الإنذار الصوتية و الضوئية)

مضخة هيدروليكية في أحد الأنظمة الهيدروليكية تعمل عند الضغط على الضاغط ON عندما يكون الضغط في الدورة الهيدروليكية أقل من ضغط الوصل لمفتاح الضغط PS وتتوقف عند وصول الضغط إلى ضغط قطع مفتاح الضغط PS أو عند زيادة الحمل على محرك إدارة المضخة الهيدروليكية أو إيقاف المضخة بواسطة ضاغط الإيقاف OFF و عند حدوث زيادة في الحمل على محرك المضخة يصدر صوت إنذار صوتي بواسطة البوق HORN وتضيء لمبة بيان زيادة الحمل OL بضوء متقطع بتردد 0.5 HZ و يمكن إسكات البوق بواسطة الضاغط REST وفي نفس الوقت تخرج الرسالة التالية على لوحة المشغل الموصل بجهاز PLC المبرمج نوع (OP393) – MOTOR OVERLOADED و بعد تحديد سبب زيادة الحمل و علاجه و إعادة تشغيل المضخة بالضغط على زر تحرير المتمم الحراري للمحرك تظهر الرسالة التالية على لوحة المشغل MOTOR – RUN وفي حالة توقف المضخة تظهر الرسالة التالية على لوحة المشغل MOTOR – OFF و عند انخفاض الضغط في الدورة الهيدروليكية عن حد معين تظهر الرسالة التالية على لوحة المشغل LOW PRESSURE و يمكن اختيار لمبات البيان الخاصة بتشغيل وإيقاف و زيادة الحمل على المحرك بواسطة ضاغط الاختيار Test .

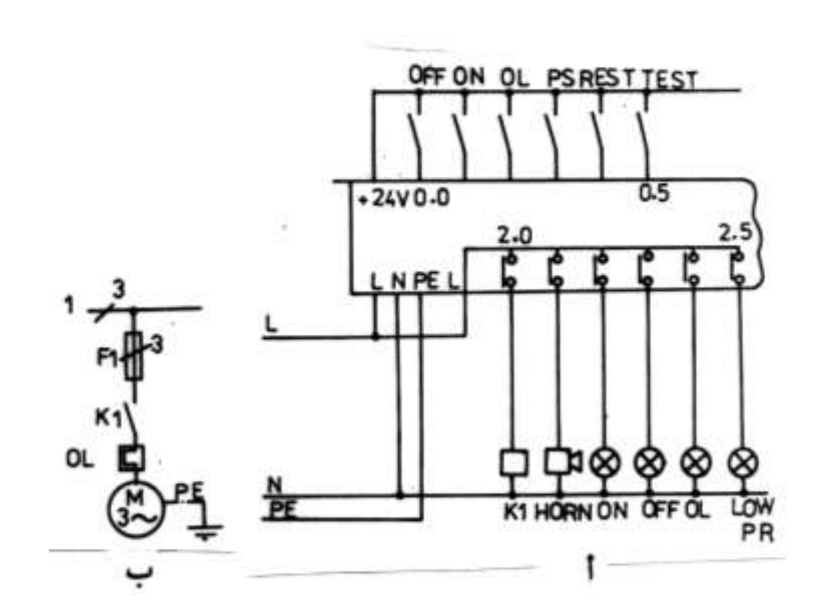
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I 0.0	OFF
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I 0.1	ON
ريشة مفتوحة من المتمم الحراري	I 0.2	OL
ريشة مفتوحة من مفتاح الضغط	I 0.3	PS
ريشة مفتوحة من ضاغط إسكات البوق	I 0.4	REST
ريشة مفتوحة من ضاغط اختبار اللمبات	I 0.5	TEST
ملف كونتاكتور محرك المضخة	Q 2.0	K1
البوق	Q 2.1	HORN
لمبة بيان التشغيل	Q 2.2	ON
لمبة بيان الإيقاف	Q 2.3	OFF
لمبة بيان زيادة الحمل	Q 2.4	OL
لمبة بيان انخفاض الضغط في الدورة الهيدروليكية	Q 2.5	LOW PR.

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة الرئيسية :-

الشكل (٤-٣٧) يبين مخطط التوصيل مع PLC (الشكل أ) و الدائرة الرئيسية كمخطط أحادي الخط (الشكل ب) .



الشكل (٤-٣٧)

ثالثا برنامج المستخدم :-

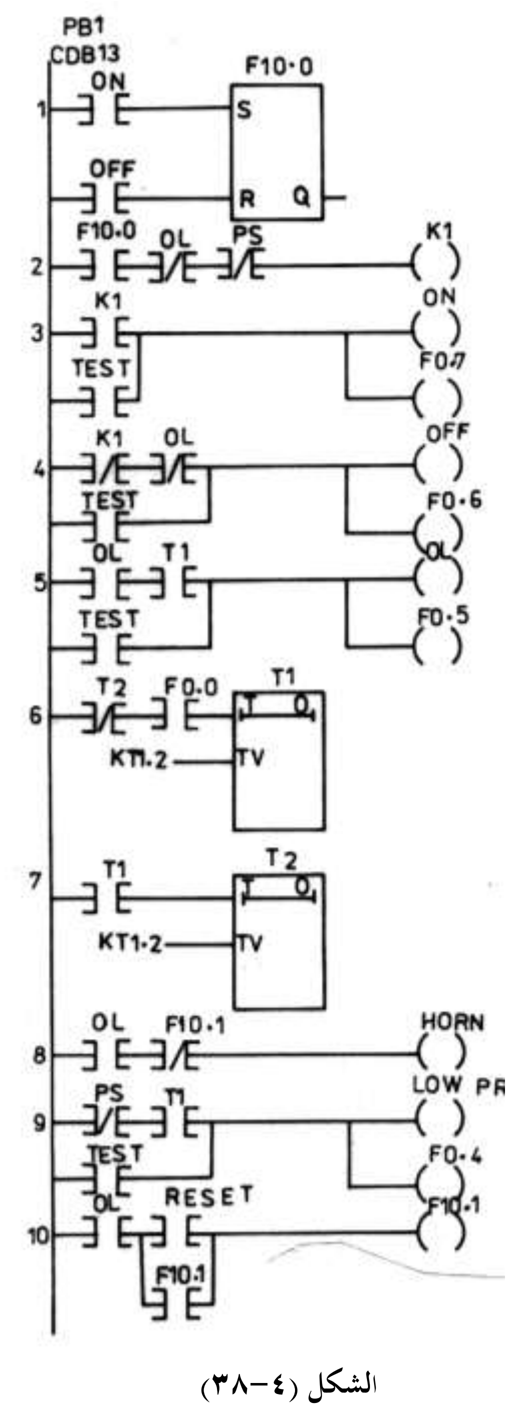
ويتكون برنامج المستخدم من ثلاثة بلوكات و هم البلوك التنظيمي OB1 و فيه قفز غير مشروط إلى PB1 بالأمر JUPB 1 و الشكل السلمي للبرنامج المخزن في بلوك البرنامج PB1 مبين بالشكل (٤-٣٨) و بلوك البيانات DB13 و به الرسائل التالية :-

KS = MOTOR – RUN
KS = MOTOR – OFF
KS = MOTOR – OVERLOADED
KS = LOW – PRESSURE

نظرية التشغيل :-

فعند الضغط على ضاغط التشغيل ON يكتمل مسار الإمساك S للقلاب F10.0 ومن ثم يكتمل مسار تيار K1 و يدور محرك المضخة و تباعا تضيء لمبة البيان ON لغلق الريشة المفتوحة K1 (الخط الثالث) و تصبح حالة F0.7 عالية و بالتالي تظهر الرسالة MOTOR ON على شاشة لوحة المشغل (ارجع للفقرة ٢-٨) .

وعند حدوث زيادة في الحمل على المحرك تفتح ريشة OL(الخط الثاني) فينقطع مسار تيار K1 و يتوقف المحرك وتباعا تعود الريشة K1 (الخط الثالث) مفتوحة فينقطع مسار لمبة بيان التشغيل ON



الشكل (٤–٣٨)

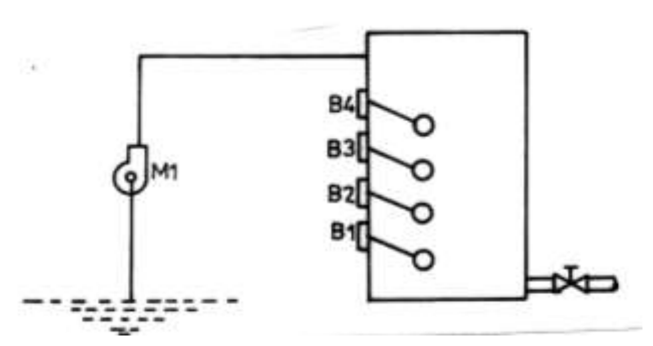
وتنطفئ وتختفي الرسالة السابقة في حين يكتمل مسار تيار لمبة بيان زيادة الحمل OL (الخط الخامس) فتضيء لمبة زيادة الحمل بضوء متقطع بتردد 0.5 HZ نتيجة لعمل المذبذب المؤلف من T1, T2 فتظهر الرسالة التالية و في نفس الوقت تصبح حالة F 0.5 عالية ومنخفضة بصفة دورية بنفس تردد مولد النبضات المؤلف من T1,T2 فتظهر الرسالة التالية على لوحة المشغل MOTOR OVERLOADED علما بأن هذه الرسالة تظهر وتختفي بصفة دورية بنفس تردد مولد النبضات المؤلفة من T1,T2 . و يكتمل مسار تيار البوق HORN (الخط الثامن) ويمكن إسكات البوق بالضغط على ضاغط الإسكات RESET فيكتمل مسار تيار العلم F10.1 (الخط العاشر) و تباعا ينقطع مسار تيار البوق HORN (الخط الثامن) .ويمكن إعادة محرك المضخة للحالة الطبيعية بالضغط على زر تحرير OL بعد معالجة سبب زيادة الحمل فتعود ريشة OL لوضعها الطبيعي في الشكل السلمي ويكتمل مسار التيار K1 (الخط الثالث) ويدور المحرك من جديد وظهر الرسالة MOTOR RUN على

شاشة لوحة المشغل و كذلك تضيء لمبة البيان ON .

ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط OFF فينقطع مسار تيار العلم F0.0 و تباعا ينقطع مسار تيار K1 ويتوقف المحرك (الخط الثاني) و يكتمل مسار تيار لمبة البيان OFF (الخط الرابع) فتضيء وكذلك تصبح حالة F 0.6 عالية فتظهر الرسالة التالية MOTOR OFF على شاشة لوحة المشغل (ارجع للفقرة ٢-٨) ويمكن اختبار لمبات البيان بالضغط على الضاغط TEST فيكتمل مسار تيار جميع لمبات البيان OL , OFF , ON و تضيء جميعها و يمكن للمشغل استبدال اللمبات المحترقة .

٤-١٧ التمرين السادس عشر (خزان الوقود اليومي)

الشكل (٤-٣٩) يبين المخطط التقني لخزان وقود يومي لأحد المولدات العاملة بماكينات الديزل حيث يتم ملء هذا الخزان يوميا من الخزان الرئيسي فعند الضغط على ضاغط التشغيل ON يدور محرك المضخة M1 و الذي يعمل على ضخ الوقود من الخزان الرئيسي Main Tank إلى الخزان اليومي Daily Tank حتى يصل



الشكل (٤-٣٩)

مستوى الوقود إلى مستوى العوامة B3 و يتوقف محرك المضخة M1 و عند انخفاض مستوى الوقود في الخزان اليومي عن مستوى العوامة B2 يدور محرك المضخة M1 و صولا إلى مستوى العوامة B3 أما إذا ظل الوقود في الخزان اليومي يتناقص بالرغم من عمل المضخة حتى يصل إلى أسفل مستوى العوامة B1 يحدث إنذار ضوئي فقط وتظل المضخة تدور أما إذا ارتفع مستوى الوقود في الخزان اليومي وصولا إلى مستوى العوامة B4 يحدث إنذار صوتي وضوئي وتتوقف المضخة في الحال لمنع حدوث فيضان للوقود وخروجه من الخزان اليومي .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

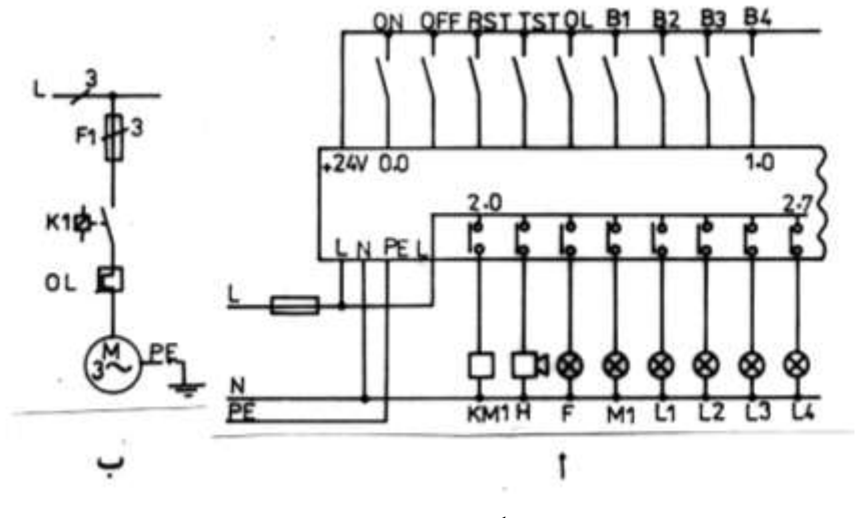
أولا قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
ON	I 0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
OFF	I 0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف
RST	I 0.2	ريشة مفتوحة من ضاغط إسكات البوق
TST	I 0.3	ريشة مفتوحة من ضاغط اختيار لمبات البيان
OL	I 0.4	ريشة مفتوحة من المتمم الحراري لمحرك المضخة
B1	I 0.5	ريشة مفتوحة من مفتاح عوامة المستوى الأدنى
B2	I 0.6	ريشة مفتوحة من مفتاح عوامة المستوى الثاني السفلي
B3	I 0.7	ريشة مفتوحة من مفتاح عوامة المستوى الثاني العلوي
B4	I 1.0	ريشة مفتوحة من مفتاح عوامة المستوى العلوي
KM 1	Q 2.0	ملف كونتاكتور محرك المضخة
H	Q 2.1	البوق
F	Q 2.2	لمبة الخطأ العام
M1	Q 2.3	لمبة بيان التشغيل
L1	Q 2.4	لمبة بيان المستوى الأول
L2	Q 2.5	لمبة بيان المستوى الثاني
L3	Q 2.6	لمبة بيان المستوى الثالث
L4	Q 2.7	لمبة بيان المستوى الرابع

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة :-

الشكل (٤-٤٠) يعرض مخطط التوصيل مع PLC (الشكل أ) و الدائرة الرئيسية لمحرك المضخة كمخطط أحادي الخط (الشكل ب) .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



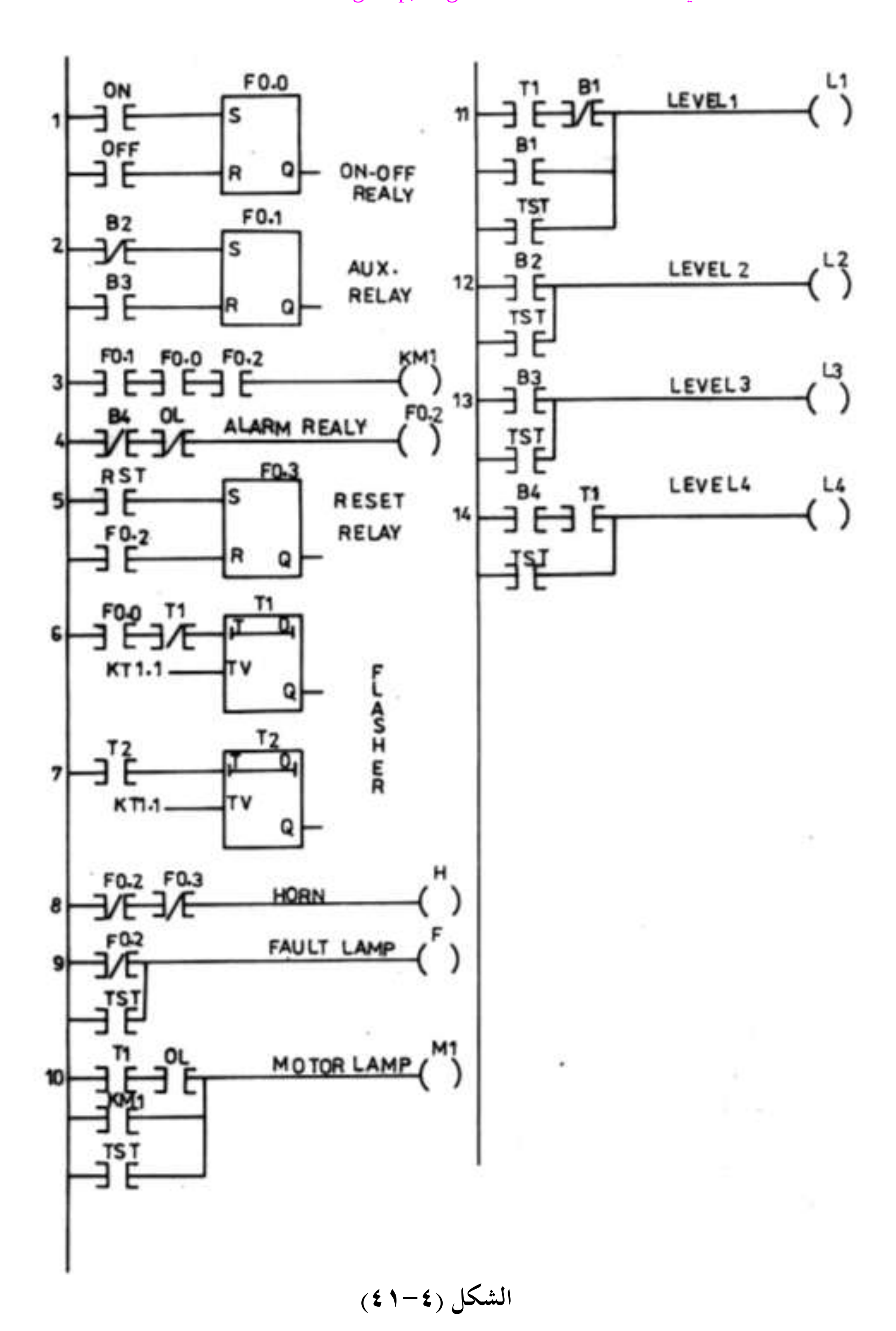
الشكل (٤-٤٠)

ثالثا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٤١) يعرض الشكل السلمي لخزان الوقود اليومي الذي بصدده .

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على ضاغط التشغيل ON يكتمل مسار الإمساك للقلاب S F0.0 وتصبح حالته عالية وهذا العلم يمثل ريلاي التشغيل والفصل ON ,OFF Relay وعندما ينخفض مستوى الوقود في الخزان عن مستوى العوامة B2 تفتح ريشة العوامة B2 الموصلة بجهاز PLC فيكتمل مسار إمساك القلاب F 0.1 و تصبح حالته عالية وهذا العلم يمثل ريلاي إضافي Aux.Relay وبالتالي يكتمل مسار التيار KM 1 حيث إنحالة كل من F0.0 ,F0.1 , F0.2 عالية علما بأن F0.2 تمثل ريلاي الإنذار Alarm Relay و حالته تكون عالية في الظروف الطبيعية وتضيء لمبة بيان التشغيل M1 نتيجة لغلق الريشة المفتوحة KM1 بضوء ثابت وعندما يكون مستوى الهبوط في الخزان اليومي أعلى من مستوى العوامة BL يكتمل مسار لمبة المستوى الأول L1 وتضئ بضوء ثابت و يظل مستوى الوقود يرتفع في الخزان اليومي وصولا لمستوى العوامة B2 فتضئ لمبة المستوى الثاني B2 لغلق الريشة المفتوحة B2 ويظل مستوى الوقود في الارتفاع وصولا لمستوى العوامة B3 فيكتمل مسار تحرير F0.1 و تباعا ينقطع مسار تيار KM1 ويتوقف محرك المضخة وأيضا يكتمل مسار تيار لمبة بيان المستوى الثالث L3 لتضئ بضوء ثابت .


ON
F0.0
OFF
ON-OFF
REALY
B2
F0.1
B3
AUX.
RELAY
F0.1 F0.0 F0.2
KM1
B4 OL
ALARM REALY
F0.2
RST
F0.3
RESET
RELAY
F0.2
F0.0 T1
T1
KT1.1
FLASHER
T2
T2
KT1.1
F0.2 F0.3
HORN
H
F0.2
FAULT LAMP
F
TST
T1 OL
MOTOR LAMP
M1
KM1
TST
T1 B1
LEVEL1
L1
B1
TST
B2
LEVEL 2
L2
TST
B3
LEVEL3
L3
TST
B4 T1
LEVEL4
L4
TST

الشكل (٤-٤١)

و تتكرر دورة التشغيل إذا انخفض مستوى الوقود في الخزان اليومي عن مستوى العوامة B2 .

المشاكل المحتملة :-

١- حدوث زيادة في الحمل على محرك المضخة فتفتح ريشة OL في الخط الرابع و ينقطع مسار تيار F0.2 و بالتالي يكتمل مسار تيار البوق (الخط الثامن) و يصدر إنذار صوتي وفي نفس الوقت يكتمل مسار تيار لمبة الخطأ العام F و تضيء وكذلك يكتمل مسار تيار لمبة المحرك M1 عبر خرج مولد النبضات T1 و المؤلف من المؤقتين T2 , T1 و الذي يعمل بتردد 30 HZ فتضيء لمبة بيان المحرك M1 بضوء متقطع .فيقوم المشغل بالضغط على ضاغط إسكات البوق RST فيكتمل مسار تيار الإمساك S للقلاب F0.3 وتباعا ينقطع مسار تيار H و بعد عمل صيانة للمضخة والضغط على زر تحرير المتمم الحراري OL نعود إلى وضع التشغيل الطبيعي .

٢- ارتفاع مستوى الوقود في الخزان اليومي لأعلى مستوى B4 فينقطع مسار تيار F0.2 وبالتالي يكتمل مسار تيار البوق (الخط الثامن) و يصدر إنذار صوتي و في نفس الوقت يكتمل مسار تيار لمبة الخطأ العام F وتضيء وكذلك يكتمل مسار تيار لمبة المستوى الرابع L4 عبر خرج مولد النبضات T1 والمؤلف من المؤقتين T2 , T1 والذي يعمل بتردد 5HZ فتضيء لمبة بيان المستوى الرابع L4 بضوء متقطع فيقوم المشغل بالضغط على ضاغط إسكات البوق RST فيكتمل مسار تيار الإمساك S للقلاب F0.3 و تباعا ينقطع مسار تيار البوق H وبعد تخفيض مستوى الوقود في الخزان اليومي نعود لوضع التشغيل الطبيعي .

٣- انخفاض مستوى الوقود في الخزان اليومي لأسفل من مستوى B1 فيكتمل مسار تيار لمبة المستوى الأول L1 عبر خرج مولد النبضات T1 و المؤلف من المؤقتين T2 , T1 فتضيء لمبة بيان المستوى الأول L1 بضوء متقطع .

٤-١٨ التمرين السابع عشر (وحدة خلط المحاليل الكيميائية)

هذه الوحدة تتواجد في بعض المصانع الكيميائية حيث يتم خلط محلولين مختلفين بنسب مختلفة والمخطط التقني لهذه الوحدة مبين بالشكل (٤-٤٢) .

فعند الضغط على ضاغط التشغيل ON يدور محرك المضخة PUMP (المحرك M2) و يفتح المحبس الكهربي للخزان الأول TANK1(المحبس Y1) فينقل المحلول الأول إلى خزان الخلط MIX TANK . ووصولا لمستوى العوامة B1 فينغلق المحبس Y1 و يفتح المحبس الكهربي للخزان الثاني TANK2 (المحبس Y2) فينقل المحلول الثاني إلى خزان الخلط ووصولا لمستوى العوامة B2 فيغلق المحبس Y2ويتوقف محرك المضخة M2 ويدور محرك الخلاط MIXER (المحرك M1) وبعد عشر ثواني يتوقف محرك الخلاط و يفتح محبس تفريغ خزان الخلط Y3 .

الشكل (٤-٤٢)

ويغلق محبس التفريغ بعد مرور عشرون ثانية من لحظة وصول مستوى المخلوط إلى مستوى العوامة B1 .

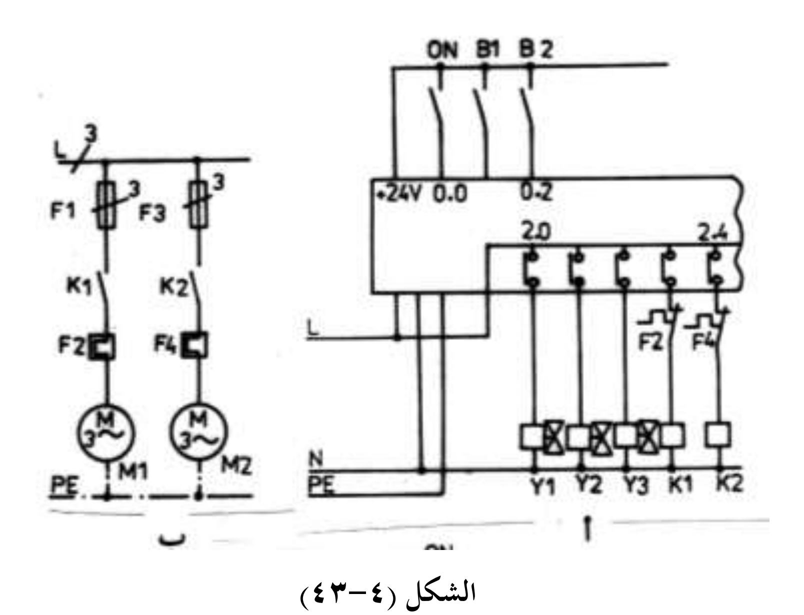
أولا قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
ON	I 0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
B1	I 0.1	ريشة مفتوحة من مفتاح عوامة المستوى الأول في خزان الخلط
B2	I 0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح عوامة المستوى الثاني في خزان الخلط

Y1	Q 2.0	ملف صمام الخزان الأول
Y2	Q 2.1	ملف صمام الخزان الثاني
Y3	Q 2.2	ملف صمام تفريغ خزان الخلط
K1	Q 2.3	ملف كونتاكتور محرك الخلط
K2	Q 2.4	ملف كونتاكتور محرك المضخة

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC و الدائرة الرئيسية للمحركات :-

الشكل (٤-٤٣) يعرض مخطط التوصيل مع PLC (الشكل أ) و الدائرة الرئيسية للمحركات كمخطط أحادي الخط (الشكل ب) .



الشكل (٤-٤٣)

ثالثا خريطة التدفق التتابعية Grafcet:-

الشكل (٤-٤٤) يعرض خريطة التدفق التتابعية . وتعتبر خريطة التدفق التتابعية هي الأسلوب الأمثل لاستنتاج الشكل السلمي في العمليات الصناعية المتعاقبة وكما هو واضح من خريطة التدفق التتابعية أن هذه العملية تتكون من خمس مراحل كما يلي :-

المرحلة الأولى :-

و تتحقق إذا قام المشغل بالضغط على ضاغط التشغيل ON وكانت وحدة ذاكرة البدء F 0.0 لها حالة منخفضة وعند بدء المرحلة الأولى فإن محرك المضخة M2 يعمل بإمساك و يفتح الصمام الكهربي Y1 و ذلك أثناء المرحلة الأولى فقط (لأنه بدون تخزين) وتصبح حالة علم البدء عالية

المرحلة الثانية :-

عند وصول المحلول في خزان الخلط إلى إلى المستوى B2 تبدأ المرحلة الثانية و تتوقف المرحلة الأولى و يفتح الصمام الكهربي Y2 وذلك أثناء المرحلة الثانية فقط (لأنه بدون تخزين) .

المرحلة الثالثة :-

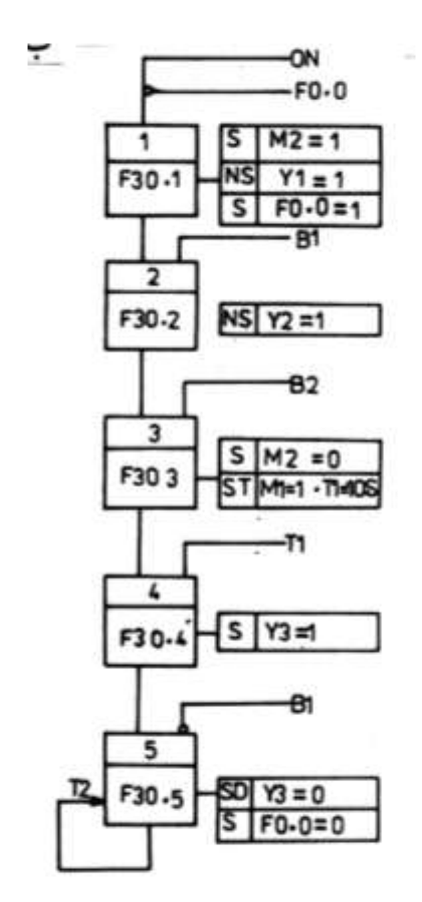
تبدأ المرحلة الثالثة عند وصول مستوى المحلول في خزان الخلط للمستوى B2 فتتوقف المرحلة الثانية ويتوقف محرك المضخة و يدور محرك الخلاط لمدة عشر ثواني ثم يتوقف .

المرحلة الرابعة :-

بعد انتهاء زمن دوران محرك الخلاط تبدأ المرحلة الرابعة و تتوقف المرحلة الثالثة و يفتح صمام التفريغ Y3 .

المرحلة الخامسة :-

عند وصول مستوى المخلوط في خزان الخلط لأسفل من مستوى العوامة B1 ينقطع التيار الكهربي عن الصمام الكهربي Y3 بعد تأخر مقداره S 20 ثانية . ويحدث تحرير لعلم البدء F0.0 .



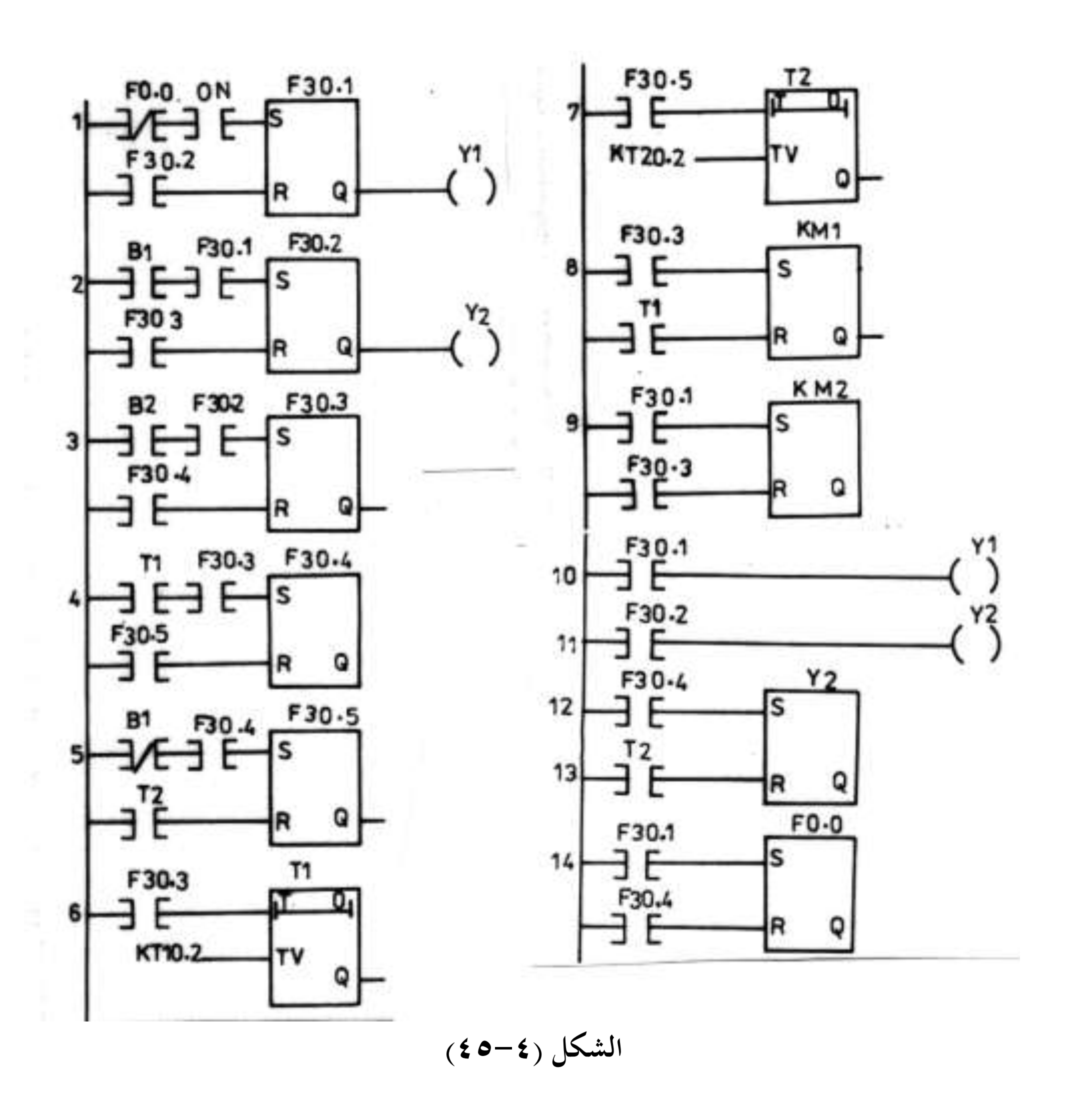
الشكل (٤-٤٤)

رابعا الشكل السلمي :-

الشكل (٤-٤٥) يعرض الشكل السلمي لوحدة خلط المحاليل الكيميائية . و لو دققنا النظر في الشكل السلمي لوجدناه هو خريطة التدفق التتابعية بعد تحويل رموزه إلى الشكل السلمي المقابل فمثلا نجد أن الخط الأول يمثل المرحلة الأولى و كذلك فإن الخط الثاني يمثل المرحلة الثانية والخط

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الثالث يمثل المرحلة الثالثة و الخط الرابع يمثل المرحلة الرابعة والخط الخامس يمثل المرحلة الخامسة أما الخط السادس فهو خاص بالمؤقت T1 الخاص بفترة الخلط و الخط السابع هو خاص بالمؤقت T2 الخاص بزمن تأخير غلق صمام التفريغ Y3 و الخط الثامن خاص بكونتاكتور محرك الخلاط والخط التاسع خاص بكونتاكتور محرك المضخة و الخط العاشر خاص بالصمام الأول و الخط الحادي عشر خاص بالصمام الثاني و الخط الثاني عشر خاص بصمام التفريغ والخط الثالث عشر خاص بعلم البدء . و الجدير بالذكر أنه يمكن جعل جهاز PLC يتوقف عند تلف البطارية بوضع كلمة STP

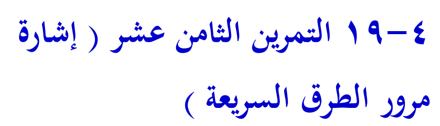


الشكل (٤-٤٥)

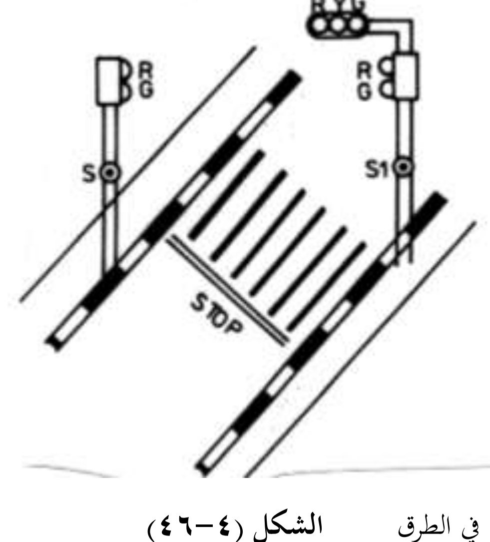
في البلوك OB34 و يمكن جعل جهاز PLC يتوقف عن انقطاع التيار الكهربي وعودته بوضع كلمة STP في البلوك OB21 أو OB22 بالطريقة التالية :-

OB34	OB21
STP	STP

وهذا مفيد جدا فمن المعرف أنه عند انخفاض جهد البطارية و انقطاع التيار الكهربي فإن ذلك يؤدي لفقدان برنامج التشغيل كما أن عودة التيار الكهربي بعد انقطاعه يؤدي إلى إحداث إصابات للفنيين و العمال و ذلك إذا عملت الماكينات بدون سابق تنبيه على العمال و الفنيين بالمصانع علما بأن هذه الخواص خاصة بلغة Step 5 لشركة Siemens فقط .



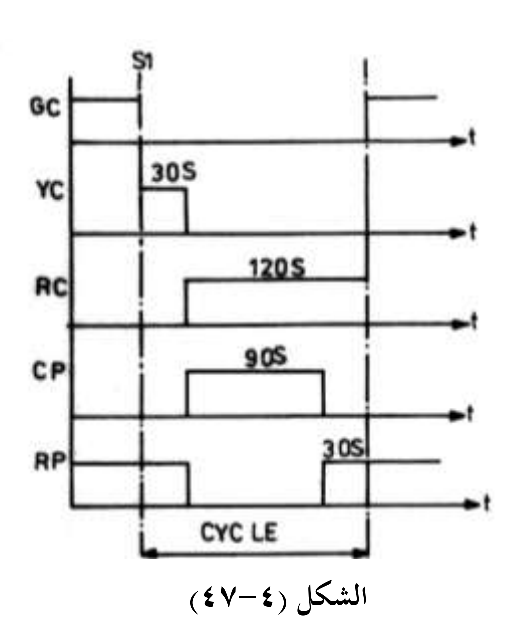
٤-١٩ التمرين الثامن عشر (إشارة مرور الطرق السريعة)



الشكل (٤-٤٦)

توضع إشارة مرور الطرق السريعة عادة في الطرق السريعة التي يقل فيها الأشخاص المترجلون و عادة تكون مزودة بضواغط للمشاة والشكل (٤-٤٦) يعرض نموذج لإشارة الطرق السريعة . والشكل (٤-٤٧) يبين المخطط الزمني لإشارات مرور الطرق السريعة .

والجدول (٤-١) يبين تتابع تشغيل لمبات الإشارة عند الضغط على الضاغط S1.



الشكل (٤-٤٧)

الجدول (٤-١)

الإشارة	T1 30 S	T2 90 S	T3 30 S
أخضر سيارات **GC**	OFF	OFF	OFF
أصفر سيارات **YC**	ON	OFF	OFF
أحمر سيارات **RC**	OFF	ON	ON
أحمر مشاه **RP**	ON	OFF	ON
أخضر مشاه **GP**	OFF	ON	OFF

و الجدير بالذكر أن هذا النوع من الإشارات الضوئية يستخدم أحيانا بجوار المدارس حيث يستبدل الضاغط بمفتاح يوضع داخل المدرسة و يتم وضع هذا المفتاح على وضع ONأثناء خروج التلاميذ من المدرسة ثم يعاد بعد ذلك إلى وضع OFF بعد خروج التلاميذ.

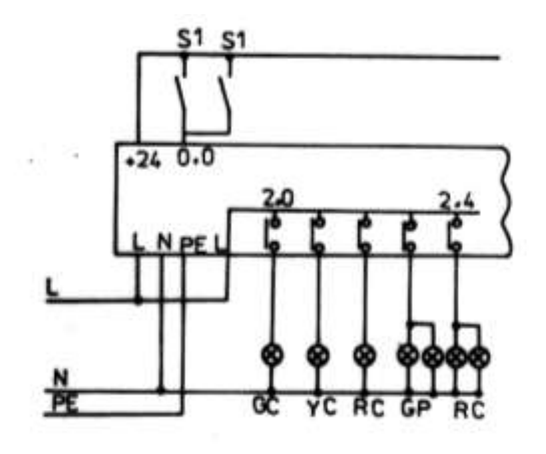
أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط عبور المشاة	I 0.0	S1
اللمبة الخضراء لمرور السيارات	Q 2.0	GC
اللمبة الصفراء لاستعداد السيارات للتوقف	Q 2.1	YC
اللمبة الحمراء لتوقف السيارات	Q 2.2	RC
اللمبة الخضراء لعبور المشاة	Q 2.3	GP
اللمبة الحمراء لعبور المشاة	Q 2.4	RP

ثانيا مخطط التوصيل مع جهاز PLC

الشكل (٤-٤٨) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC

ثالثا الشكل السلمي :-



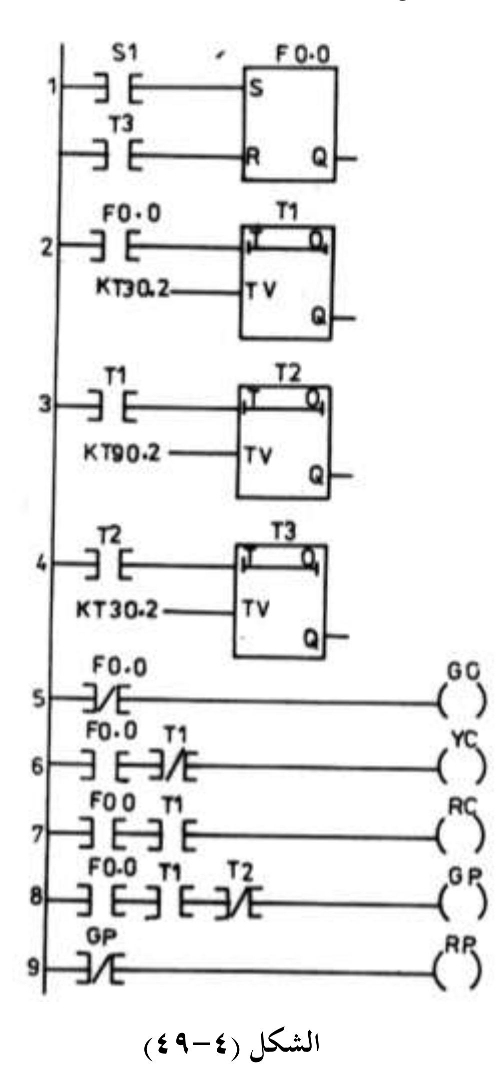
الشكل (٤-٤٨)

الشكل (٤-٤٩) يبين الشكل السلمي لإشارة مرور الطرق السريعة مع استبدال ومعاملات أجهزة المداخل و المخارج برموزها المبينة في قائمة التخصيص من أجل تيسير عملية فهم نظرية التشغيل .

نظرية التشغيل :-

في الوضع الطبيعي يكتمل مسار الخط الخامس فتعمل الإشارة الضوئية الخضراء للسيارات GC والخط التاسع فتعمل الإشارة الضوئية الحمراء لمشاة RP .

وعند الضغط على ضاغط مرور المشاة S1 يكتمل مسار إمساك S للقلاب F0.0 فيغلق ريشته المفتوحة (الخط الثاني) فيكتمل مسار تيار المؤقت T1 و بعد انتهاء ثلاثين ثانية يعمل T1 فيغلق ريشته المفتوحة (الخط الثالث) فيكتمل مسار تيار T2 و بعد انتهاء تسعون ثانية يعمل T2 ويغلق ريشته المفتوحة T2 (الخط الرابع) فيكتمل مسار تيار T3 و بعد انتهاء ثلاثون ثانية يعمل T3 و يغلق الريشة المفتوحة T3 (الخط الأول) فيحدث تحرير للقلاب F0.0 للحظة في هذه اللحظة ينقطع مسار تيار T1 ثم T2 ثم T3



الشكل (٤-٤٩)

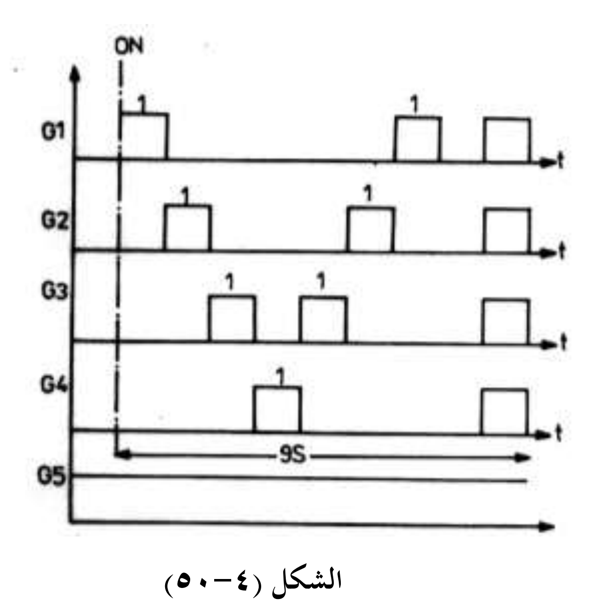
علما بأنه أثناء عمل F0.0 مع عدم عمل T1 تضيء اللمبة الصفراء للسيارات Y2 (الخط السادس) وأثناء عمل F0.0 مع عمل T1 تضيء اللمبة الحمراء للسيارات RC (الخط السابع) و أثناء عمل F0.0 و عمل T1 مع عدم عمل T2 تضيء اللمبة الخضراء للمشاة GP (الخط الثامن) و تضيء اللمبة الحمراء للمشاة **الشكل (٤-٤٩)**
RP عندما تكون اللمبة الخضراء للمشاة GP لا تعمل (الخط التاسع) .

٤-٢٠ التمرين التاسع عشر (لوحة الإعلانات ذات الأضواء المتحركة) .

ويتلخص هذا التمرين في تشغيل لوحة إعلانات تحتوي على خمس مجموعات من اللمبات الأربع الأولى G1 , G2 , G3 , G4 موجودة في الإطار الخارجي للوحة و المجموعة الخامسة من اللمبات تمثل العبارة التالية (القصر الذهبي للموبيليات العصرية) والشكل (٤-٥٠) يعرض المخطط الزمني لهذه اللوحة .

شرح المخطط الزمني :-

عندما يغلق مفتاح التشغيل ON فإن المجموعة G1 تضيء لمدة ثانية ثم تضيء المجموعة G2 لمدة ثانية ثم تضيء المجموعة G3 لمدة ثانية ثم تضيء المجموعة G4 لمدة ثانية ثم تضيء المجموعة G3 لمدة ثانية ثم تضيء المجموعة G2 لمدة ثانية ثم تضيء المجموعة G1 لمدة ثانية ثم تنطفىء المجموعة G1,G4 لمدة ثانية ثم تضيء المجموعات G1,G4 لمدة ثانية ثم تكرر دورة التشغيل السابق علما بان المجموعة G5 تضيء طوال فترة التشغيل .



الشكل (٤-٥٠)

أولا قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من مفتاح التشغيل	I 0.0	ON
المجموعة الأولى من اللمبات	Q 2.0	G1
المجموعة الأولى من اللمبات	Q 2.1	G2
المجموعة الأولى من اللمبات	Q 2.2	G3
المجموعة الأولى من اللمبات	Q 2.3	G4
المجموعة الأولى من اللمبات	Q 2.4	G5

ثانيا مخطط التوصيل مع PLC :-

الشكل (٤-٥١) يبين مخطط التوصيل مع PLC للوحة الإعلانات التي بصددها .

ثالثا الشكل السلمي :-

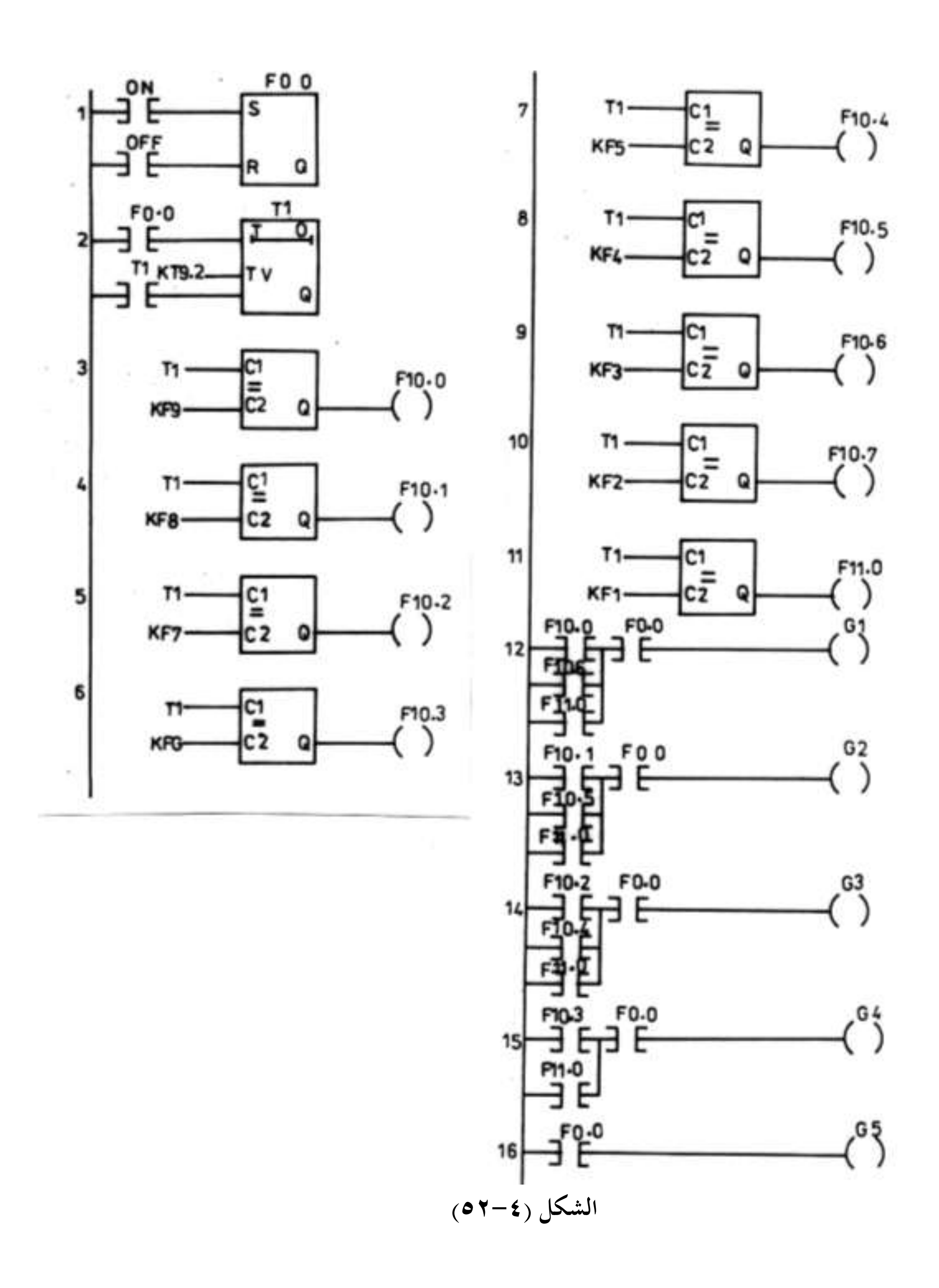
الشكل (٤-٥٢) يعرض الشكل السلمي للوحة الإعلانات التي بصددها .

نظرية التشغيل :-

عند غلق مفتاح التشغيل ON يحدث إمساك القلاب F.0.0 فيكتمل مسار تيار المؤقت T1 و يبدأ المؤقت الزمني بحساب الزمن المنقضي ففي البداية تكون قيمة الزمن المتبقي للمؤقت 9 ثواني وكلما مرت ثانية يقل الزمن المتبقي بواحد و هكذا حتى يصبح الزمن المحمل به العداد 0 ثانية في هذه الحالة تغلق الريشة المفتوحة للمؤقت T1 والموصلة بمدخل تحرير T1 فيحدث تحرير للمؤقت T1 وتبدأ دورة التشغيل من جديد فعندما يكون زمن المؤقت 9 ثواني تصبح حالة F10.0 عالية

الشكل (٤-٥١)

(الخط الثالث) وتباعا تصبح حالة المجموعة G1 عالية(الخط الثاني عشر).وعندما يكون زمن المؤقت 8 ثواني تصبح حالة F10.1 عالية (الخط الرابع) وتباعا تصبح حالة المجموعة G2 عالية
(الخط الثالث عشر) .وعندما يكون زمن المؤقت7 ثواني تصبح حالة F10.2 عالية (الخط الخامس) وتباعا تصبح حالة المجموعة G3 عالية (الخط الرابع عشر) . وعندما يكون زمن المؤقت 6 ثواني تصبح حالة F10.3 عالية (الخط السادس) وتباعا تصبح حالة المجموعة G4 عالية (الخط الخامس عشر) . وعندما يكون زمن المؤقت 5 ثواني تصبح حالة F10.4 عالية (الخط السابع) وتباعا تصبح حالة المجموعة G3 عالية (الخط الرابع عشر) . وعندما يكون زمن المؤقت 4 ثواني تصبح حالة F10.5 عالية (الخط الثامن) و تباعا تصبح حالة المجموعة G2 عالية (الخط الثالث عشر) . وعندما يكون زمن المؤقت 3 ثواني تصبح حالة F10.6 عالية
(الخط التاسع) وتباعا تصبح حالة المجموعة G1 عالية (الخط الثاني عشر) . وعندما يكون زمن المؤقت 2 ثواني تصبح حالة F10.7 عالية(الخط العاشر) وتباعا تصبح حالة كل المجموعات منخفضة لأن F10.7 لا تستخدم في دوائر المجموعات G1:G2 وعندما يصبح زمن المؤقت المتبقي 1 ثانية تصبح حالة F11.0 عالية (الخط الحادي عشر) وتباعا تصبح حالة جميع المجموعات عالية ثم تتكرر دورة التشغيل من جديد علما بأنه طول فترة عمل علم التشغيل F0.0 فإن مسار G5 يكون مكتمل. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن إلغاء الخط العاشر لعدم وجود حاجة له ولكنه ترك في هذا الشكل السلمي للإيضاح فقط .


ON
OFF
F0 0
S
R
Q
F0·0
T1
T1
KT9.2
T V
Q
T1
KF9
C1
C2
Q
F10·0
T1
KF8
F10·1
T1
KF7
F10·2
T1
KF6
F10.3
T1
KF5
F10·4
T1
KF4
F10.5
T1
KF3
F10·6
T1
KF2
F10·7
T1
KF1
F11.0
F10·0
F0·0
G1
F10·1
F0 0
G2
F10·2
F0·0
G3
F10·3
F0.0
G4
F11·0
F0·0
G5

الشكل (٤-٥٢)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

حل آخر باستخدام برنامج مركب :– حيث تستخدم الدوال التالية (التحميل L و النقل T و الإزاحة لليمين SRW و الإزاحة لليسار SLW) .

OB1	FB2	FB2 تابع	FB2 تابع	FB2 تابع	DB2	DB3
JUFB2	AI 0.0	LT1	X1 CDB3	X7 CDB3	KT9.2	KF1
	ANT1	LDW5	LDW0	LDW1	KF9	KF2
	CDB2	=F	TQB2	SRW1	KF8	KF4
	LDW0	JC=X5	BEU	TQB2	KF7	KF8
	SRT1	LT1	X2 CDB3	BEU	KF6	KF0
	ANT1	LDW6	LDW0	X8 CDB3	KF5	KF31
	=Q2.4	=F	SLW1	LDW4	KF4	
	LT1	JC=X6	TQB2	TQB2	KF3	
	LDW1	LT1	BEU	REU	KF2	
	=F	LDW7	X3 CDB3	X9 CDB3	KF1	
	JC=X1	=F	LDW1	LDW5		
	LT1	JC=X7	SLW1	TQB2		
	LDW2	LT1	TQB2	BEU		
	=F	LDW8	BEU			
	JC=X2	=F	X4 CDB3			
	LT1	JC=X8	LDW2			
	LDW3	LT1	SLW1			
	=F	LDW8	TQB2			
	JC=X3	=F	BEU			
	LT1	JC=X9	X5 CDB3			
	LDW4	BEU	LDW3			
	=F		SRW1			
	JC=X4		TQB2			

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

			BEU			
			X6 CDB3			
			LDW2			
			SRW1			
			TQB2			
			BEU			

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الخامس

التطبيقات التناظرية للحاكمات القابلة للبرمجة

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

التطبيقات التناظرية للحاكمات القابلة للبرمجة

٥-١ المقدمة

مع التطور الكبير في صناعة أجهزة التحكم المبرمج PLC أصبحت هذه الأجهزة قادرة على القيام بعمليات التحكم الاسترجاعي مثل التحكم في رطوبة و درجة حرارة الغرفة والتحكم في سرعة محرك و التحكم في جهد الأطراف والتردد لمولد تزامني ......الخ وذلك من خلال برامج معينة **وحتى يتثنى لنا فهم هذه العمليات هناك بعض المفاهيم التي يجب التعرف عليها وهي :-**

١- **النظام** (**System**) و هو المنظومة المطلوب التحكم في خرجها بتغيير دخلها على سبيل المثال التحكم في سرعة محرك كهربي بالتحكم في جهد أطراف هذا المحرك

٢- **الحاكم** (**Controller**) وهو يقوم بالتحكم في دخل النظام لتثبيت خرجه عند القيمة المطلوبة و هناك عدة أنواع من الحاكمات مثل الحاكمات الميكانيكية و الحاكمات الإلكترونية الحاكمات المبرمجة و سوف نتناول في هذا الكتاب النوع الأخير ألا و هو الحاكمات المبرمجة .

٣- **المجسات أو محولات الإشارة (Transducers)** وهي أجهزة تقوم بتحويل خرج النظام (كميات غير كهربية) إلى كميات كهربية مثل الازدواج الحراري الذي يحول درجة الحرارة إلى جهد كهربي ولمزيد من المعلومات ارجع للباب الثاني من هذا الكتاب .

٤- **جهد المرجع** (**Refrence Voltage**) وهذا الجهد يمثل خرج النظام المثالي فمثلا إذا كان النظام هو محرك كهربي وكانت السرعة المطلوبة للمحرك هي 1500 RPM(لفة/الدقيقة) عند أي حمل وكان جهد الأساس 5V يعني هذا أن كل 1V يمثل 300RPM (لفة/الدقيقة).

٥- **المقارنة (Comparator)** و يقوم بإيجاد الفرق بين جهد المرجع الذي يمثل الخرج المثالي المطلوب للنظام و الجهد الذي يمثل الخرج الفعلي للنظام و القادم من محول الإشارة Transducer و يسمى هذا الفرق بالخطأ Error و هذا الفرق يدخل على الحاكمات للتعامل معه و تختلف طرق معاملة الحاكمات للخطأ تبعا لنوعها فإذا كان المرجع W والخرج الحقيقي للنظام X فإن الخطأ E يكون

$$E=W-X$$

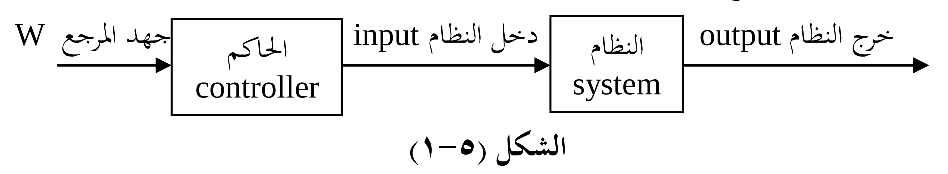
٦- **عنصر التحكم النهائي Final Controller** ويقوم هذا العنصر بالتحكم المباشر في دخل النظام تبعا للإشارة القادمة له من الحاكم و ذلك للحصول على خرج مثالي للنظام على سبيل المثال أجهزة التحكم في الوجه Phase Controller بالتحكم في زاوية إشعال الترباك أو الثايرستور .

٥-٢ أنظمة التحكم التناظرية

تنقسم أنظمة التحكم إلى نظامين و هما :-

١- نظام التحكم ذو الحركة المفتوحة Open loop

والشكل (٥-١) يوضح العناصر الأساسية لهذا النظام .

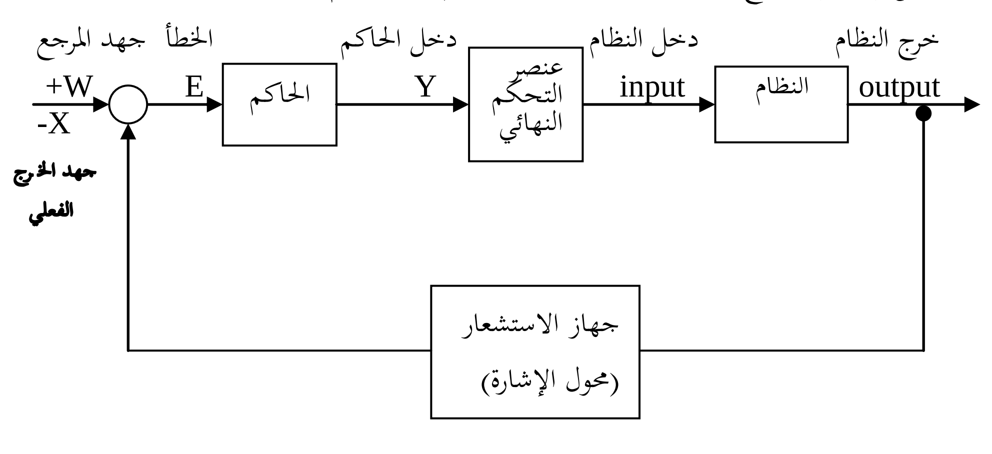


الشكل (٥-١)

وفي نظام التحكم ذو الحلقة المفتوحة تختار قيمة جهد المرجع له للحصول على الخرج المطلوب للنظام و لا يكون هناك مراقبة مستمرة لخرج النظام فإذا تغير خرج النظام لأي سبب من الأسباب كتغير الحمل عليه فإن جهد دخل النظام لن يتغير وسيظل ثابتا عند نفس القيمة و بالتالي فإن خرج النظام سيتغير عن القيمة المطلوبة لذلك لا يستخدم التحكم ذو الحلقة المفتوحة إلا في الأنظمة التي لا تحتاج إلى تحكم دقيق .

٢-نظام التحكم ذو الحلقة المغلقة Closed Loop

و الشكل (٥-٢) يوضح العناصر الأساسية المستخدمة في هذا النظام .



الشكل (٥-٢)

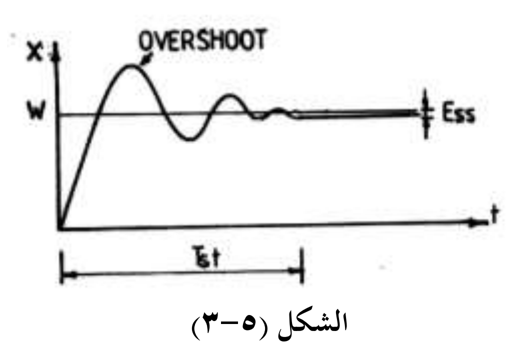
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

وفي نظام التحكم ذو الحلقة المغلقة فإنه عند تغير الحمل على النظام فإن قيمة الخرج الفعلية للنظام X ستتغير و بالتالي ستزداد قيمة الخطأ E و عليه يقوم الحاكم بتغيير خرجه وتباعا يتغير خرج عنصر التحكم النهائي فيتغير دخل النظام و من ثم يتغير خرج النظام وصولا للقيمة المطلوبة .

مثال ١ :- عند تغير الحمل على فرن صهر المعادن و الناتج عن زيادة أو تقليل كمية المعادن المطلوب صهرها في الفرن فإن الحاكم سوف يغير خرجه (دخل عنصر التحكم النهائي) فيتغير معدل ضخ الوقود للفرن وصولا لدرجة الحرارة المطلوبة .

مثال ٢ :- عند تغير الحمل على محرك كهربي فإن ذلك سوف يغير من سرعة المحرك و بالتالي تتغير قيمة X و تباعا تتغير قيمة الخطأ E فيتغير خرج الحاكم و الداخل إلى عنصر التحكم النهائي فيتغير جهد أطراف المحرك وصولا للسرعة المطلوبة .

والشكل (٥-٣) يعرض منحنى بياني يوضح العلاقة بين خرج النظام X والزمن t .



الشكل (٥-٣)

ويمكن تلخيص الأهداف الأساسية للحاكمات في نظام التحكم ذات الحلقة المغلقة كما يلي :-

١- إقلال أقصى قيمة للخطأ Over Shoot.

١- إقلال زمن الوصول لحالة الاستقرار بقدر الإمكان Tst و هو الزمن المطلوب حتى تقل الاهتزازات في الخرج بعد كل تغير في الحمل .

٢- الوصول بالخطأ النهائي Ess إلى قيمة صغيرة جدا

٥-٣ أنواع حاكمات الحلقة المغلقة

يوجد أربع أنواع من الحاكمات المستخدمة في أنظمة التحكم ذات الحلقة المغلقة و التي يمكن محاكاتها بأجهزة التحكم المبرمج و هم كما يلي :-

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

١- الحاكم ذو الموضعين   Two Position Controller

٢- الحاكم التناسبي   Proportional Controller

٣- الحاكم التناسبي التكاملي   PI Controller

٤- الحاكم التناسبي التفاضلي التكاملي   PID Controller

٥-٣-١ الحاكم ذو الموضعين

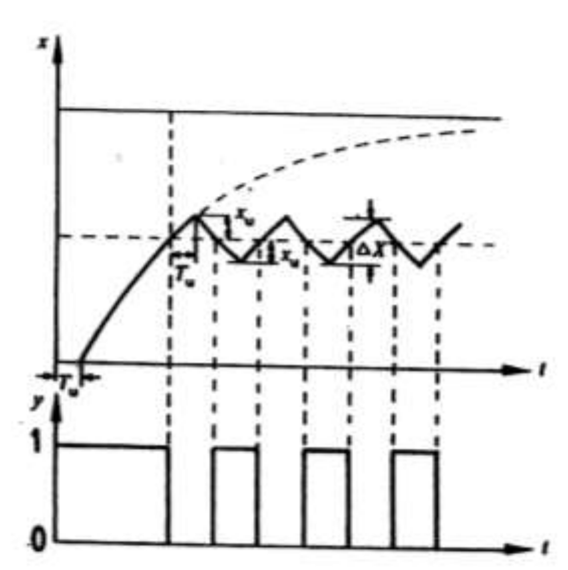
يوجد نوعان من الحاكمات ذات الموضعين وهما :-

١- حاكم مثالي بدون منطق تخلف

٢- حاكم بمنطقة تخلف   Hystresis Band

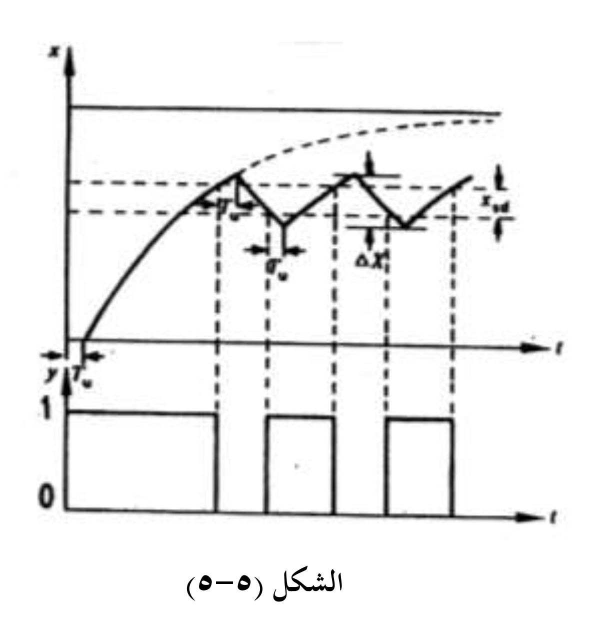
و في هذه الفقرة سنلقي الضوء على نظام تسخين يتحكم في درجة الحرارة و يستخدم حاكم مثالي مرة و حاكم بمنطقة تخلف مرة أخرى .

و الشكل (٥-٤) يبين العلاقة بين درجة الحرارة مع الزمن (X-t) و خرج الحاكم المثالي ذو الموضعين مع الزمن (Y-t) .



الشكل (٥-٤)

والشكل (٥-٥) يبين العلاقة بين درجة الحرارة مع الزمن (X-t) وخرج الحاكم ذو الموضعين (بمنطقة تخلف) المقابل للزمن (Y-t) .



الشكل (٥-٥)

حيث إن:-

التغير في درجة الحرارة أثناء السكون	Xu
زمن السكون للنظام و هي أحد خواص النظام	Tu
معدل الانحراف في درجة الحرارة	Δ X
منطقة التخلف للحاكم ذو الموضعين	Xsd

٥-٣-٢ الحاكم التناسبي

وخرج الحاكم التناسبي يتناسب مع إشارة الخطأ طبقا للمعادلة التالية :-

$$Y(t) = K_P\, e(t)$$

حيث إن:-

خرج الحاكم التناسبي	Y (t)
الثابت التناسبي للحاكم	K_P
الخطأ	E (t)

وأهم خواص الحاكم التناسبي للحاكم أنه كلما زادت قيمة K_P قل الخطأ النهائي و ازدادت التذبذبات في خرج النظام و العكس صحيح كما أنه سريع الاستجابة .

٥-٣-٣ الحاكم التكاملي

وخرج الحاكم التكاملي يتناسب مع تكامل إشارة الخطأ تبعا للمعادلة التالية :-

$$Y(t) = Ki\int_{0}^{t} e(t)dt$$

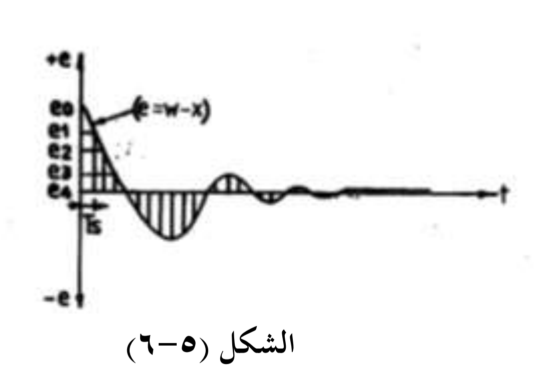
حيث إن:-

خرج الحاكم التكاملي	$Y(t)$
ثابت الحاكم التناسبي	K_i
إشارة الخطأ	$E(t)$

ويمكن تحويل المعادلة السابقة إلى الصورة التالية :-

$$Y(t) = \frac{K_i T_S}{2}\sum_{t=0}^{t} e(t) + e(t-1)$$

حيث إنخرج الحاكم يعين من المساحة تحت منحنى الخطأ مع الزمن ويتم ذلك بتقسيم منحنى الخطأ إلى أشباه منحرفات قاعدتها متساوية وتساوي T_S (زمن العينة) والشكل (٥-٦) يبين منحنى الخطأ علما بأن$e(t)$ هي قيمة الخطأ عند اللحظة t أما $e(t-1)$ هي قيمة الخطأ عند اللحظة $(t-T_S)$ ومن أهم خواص الحاكم التكاملي أنه بطيء الاستجابة و لكن عند اختيار Ki المناسبة فإن الخطأ النهائي لخرج النظام يصل إلى الصفر و عادة لا يستخدم الحاكم التكاملي بمفرده و لكنه يستخدم مع الحاكم التناسبي و التفاضلي .



الشكل (٥-٦)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٥-٣-٤ الحاكم التفاضلي

ويتناسب خرج الحاكم التفاضلي مع تفاضل إشارة الخطأ تبعا للمعادلة التالية :-

$$Y(t) = K_d \frac{de(t)}{dt}$$

ويمكن كتابة المعادلة السابقة بالصورة التالية :-

$$Y(t) = K_d * \frac{e(t) - e(t-1)}{ts}$$

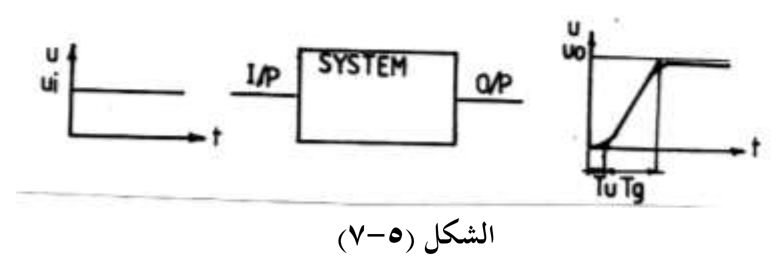
حيث إن:-

ثابت الحاكم التفاضلي	K_d
الخطأ عند اللحظة t	e (t)
الخطأ عند اللحظة $e(t-T_S)$	(t-1)
زمن العينة	T_S

ومن أهم خواص الحاكم التفاضلي أن يقلل الاهتزازات في خرج النظام و عادة لا يستخدم الحاكم التفاضلي بمفردة و لكنة يستخدم مع حاكم تناسبي تكاملي .

٥-٣-٥ تعيين ثوابت الحاكمات P , PI , PID

حتى يمكن تعيين ثوابت الحاكمات P , PI , PID يجب معرفة خواص النظام . ولدراسة خواص النظام يتم إدخال جهد الخطوة Ui (Step Voltage) (أي قيمة ثابتة للجهد مثل 5V) على النظام وتسجيل خرجه Vo بواسطة راسم Plotter بالطريقة المبينة بالشكل (٥-٧)



الشكل (٥-٧)

علما بأن جهاز تحويل الإشارة Transducer يعتبر في هذه الحالة داخل النظام System وبالتالي يكون خرج جهاز تحويل الإشارة هو خرج النظام و أيضا يكون عنصر القدرة النهائي .

ثم نعين ثوابت النظام من منحنى الخرج (Uo-t) و هي كالأتي :-

١- زمن السكون (الزمن الميت) Tu Dead Time

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٢- زمن التعويض Tg Compansation Time

٣- معامل التكبير Ks Amplification Time

و يساوي $\frac{Uo}{Ui}$

وباستخدام قواعد ش و هرونس و ريسوك Rules Of Chien , Hrones And Reswick يمكن تعيين ثوابت المنظمات في حالة استخدام حاكم تناسبي P أو حاكم تناسبي تكاملي PI أو حاكم تناسبي تفاضلي تكاملي PID و هي موضحة بالجدول (٥-١)

الجدول (٥-١)

نوع المنظم	ثابت المنظم		
	K_d	K_i	K_P
منظم تناسبي P	–	–	$\frac{T_g}{T_U * K_S}$
منظم تناسبي تكاملي PI	–	$\frac{K_P}{3.3\, T_U}$	$\frac{0.95\, T_g}{T_U * K_S}$
منظم تناسبي تكاملي تفاضلي PID	$K_P T_U /2$	$\frac{K_P}{2\, T_U}$	$\frac{1.2\, T_g}{T_U * K_S}$

٥-٤ تمثيل الإشارات التناظرية

الجدول (٥-٢) يبين طريقة تنظيم كلمة المداخل و المخارج التناظرية في أجهزة PLC المصنعة بشركة Siemens والعاملة بلغة Step 5 .

الجدول (٥-٢)

رتبة البايت	البايت الأعلى رتبة								البايت الأقل رتبة							
رقم الخانة	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
إشارة الدخل التناظرية	S	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	X	E	C
إشارة الخرج التناظرية	S	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	X	X	X	X

حيث إن:-

خانة الإشارة وتكون (-) إذا كانت حالة S مساوية 1 وتكون(+) إذا كانت حالة S مساوية 0 S

خانة الخطأ وتكون حالتها 0 إذا كان السلك الموصل بالمجس سليم و العكس صحيح E

خانة الباقي وتكون حالتها 0 إذا كانت القيمة المقاسة أقل من 4095 C

وتكون حالتها 1 إذا كانت القيمة المقاسة أكبر من 4095

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٥-٤-١ المكافئات العشرية لإشارات موديولات المداخل التناظرية

أولا المكافئات العشرية لإشارات موديولات المداخل التناظرية المزدوجة القطبية والثابتة القيمة

مثال :- **فيما يلي بعض الموديولات التناظرية .**

4* ±50mV , 4* ±1V , 4* ±20mA
2* ±20mA , 4* ±10V

المكافئات العشرية للموديولات التناظرية السابقة .

-2048 <= N <= 2048
4095 > OR > 2048
-2048 > OR > -4095
-4095 > OF > 4095

حيث إن:-

حدود المكافئ العشري المعتاد	N
حدود المكافئ العشري عند الخروج عن الحدود المسموحة	OR
حدود المكافئ العشري عند حدوث الغمر	OF

ثانيا المكافئات العشرية لإشارات موديولات المداخل التناظرية ذات التمثيل المطلق

Absolute Representation

مثال :- الموديول التناظري التالي (4*4 : 20mA) له المكافئات العشرية التالية

511 < N < 2560
2560 < OR <= 4095
OF > 4095

علما بأنه إذا كان المكافئ العشري للإشارة التناظرية أقل من511دل على أن المجس التناظري تالف

ثالثا حدود المكافئات العشرية لإشارات موديولات المداخل التناظرية الموجبة القطبية .

Unipolar

مثال :- الموديول 2 * PT100 و أقصى مقاومة توصل بقنواته هي 200Ω

وفيما يلي المكافئات العشرية للموديول السابق :-

N <= 2048
2048 < OR <= 4095
OF > 4095

و الشكل (٥-٨) يبين كلمتي مداخل تناظرية لها قيم عشرية -2048 , +2048

-2048	+2048
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

الشكل (٥-٨)

٥-٤-٢ المكافئات العشرية لإشارات خرج موديولات المخارج التناظرية

أولا المكافئات العشرية لإشارات موديولات المخارج التناظرية المزدوجة القطبية و الثابتة القيمة :-

مثل الموديولات التالية :- 2 * ±10V , 2 * ±20mA

-1024 < N <= 1024
+1280 >= OR > 1024
-1025 >= OR >= -1280

حيث إن:-

حدود المكافئ العشري المعتاد N

حدود المكافئ العشري عند الخروج عن الحدود المسموحة OR

ثانيا المكافئات العشرية لإشارات موديولات المخارج التناظرية الأحادية القطبية :-

N <= +1024
+1025 <= OR <= +1280

والشكل (٥-٩) يبين كلمتي مخارج تناظرية لها قيم عشرية -1024 , +1024

-1024	+1024
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

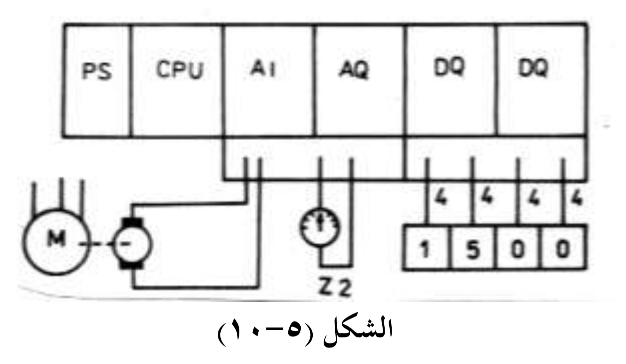
الشكل (٥-٩)

٥-٥ قراءة المداخل التناظرية

يمكن قراءة المداخل التناظرية لموديولات المداخل التناظرية و الموضوعة في المخارج 7 : 0 بجوار موديول CPU و ذلك في بلوك الوظيفة FB 250 .

مثال :-

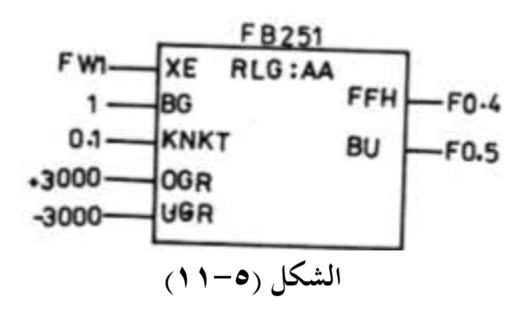
الشكل (٥-١٠) يبين مخطط جهاز PLC مجزا بأربع موديولات خرج .



الشكل (٥-١٠)

حيث توصل القناة الأولى لموديول المداخل التناظرية (±10V * 4) بمخرج مولد تاكو لقياس سرعة محرك بحيث إنالمولد التاكو له معامل تحويل 30 RPM / V وتوصل القناة الأولى لموديول المخارج التناظرية ±10V * 2 بجهاز قياس سرعة تناظري له مدى قياس سرعة (-6000 : 0 : +6000) لفة / دقيقة و يوصل مخارج موديولين رقميين يتم توصيلهما مع وحدة عرض رقمية بأربعة أرقام رقمية لها دخل BCD .

والشكل (٥-١١) يبين الشكل المنطقي أو السلمي لموديول قراءة مداخل تناظرية مبرمج .



الشكل (٥-١١)

وفيما يلي قائمة الجمل و شرح محتوياتها :-

الوصف	قائمة الجمل
قفز غير مشروط من OB1 إلي FB 250	JUFB 250
اسم موديول قراءة المداخل التناظرية	NAME : RLG : AE
رقم الجرة الموضوع فيه موديول المداخل التناظرية	BG : 0
رقم القناة (0) ونوع موديول المداخل ينتمي للمجموعة رقم 6	KNKT : 0
أقصى سرعة عندما يكون خرج التاكو +10V	OGR : +3000
أدنى سرعة عندما يكون خرج مولد التاكو -10V	UGR : -3000

EINZ :	قراءة متكررة (وعندما تكون 1 تكون قراءة مرة واحدة)
XA : FW1	دخل القناة الأولى الثنائي بالحدود الجديدة المفترضة
FB : F0.0	خانة الخطأ و تكون حالتها 1 إذا مكان سلك المجس مقطوع
BU : F0.1	خانة تعدي الحدود المسموحة و يكون 1 عند التعدي

و فيما يلي المجاميع المختلفة لموديولات المداخل التناظرية :-

- موديولات المداخل التناظرية التي تعمل بإشارات ذات تمثيل مطلق و رقمها 3
- موديولات المداخل التناظرية التي تعمل بإشارات موجبة القطبية 4
- موديولات المداخل التناظرية التي تعمل بإشارات لها تمثيل مطلق مزدوج القطبية ورقمها 5
- موديولات المداخل التناظرية التي تعمل بإشارات مزدوجة القطبية و ثابتة القيمة 6

الحدود الجديدة المفترضة :-

تكون الحدود الجديدة المفترضة لأقصى قراءة و أدنى قراءة للإشارات التناظرية في الحدود المسموحة تتراوح ما بين (32768+ : 32768-).

و لإخراج قيمة السرعة بصورة رقمية على شاشة العرض الرقمية ينبغي تحويل العدد الثنائي المخزن في FW1 إلى عدد BCD و ينقل إلى QW2 . و الشكل (٥-١٢) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لمغير كود ثنائي إلى عشري مكود ثنائيا

FB241
COD:16
FW1 — DUAL — SBCD — F0.2
FB3
FW4

الشكل (٥-١٢)

و فيما يلي قائمة الجمل:-

```
JUFB 241
NAME : COD : 16
DUAL : FW1
SBCD : F0.2
BCD2 : FB3
BCD : FW4
```

ثم يتم نقل العدد العشري المكود ثنائيا من الكلمة FW4 إلى كلمة المخارج QW2 كما يلي :-

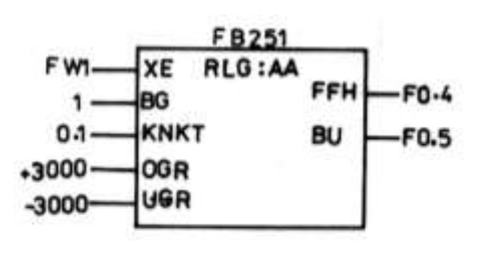
```
L    FW4
T    QW2
```

٥-٦ إخراج الإشارات التناظرية على مخارج موديولات المخارج التناظرية

يمكن إخراج الإشارات التناظرية على مخارج موديولات المخارج التناظرية الموضوعة في المجاري 7 : 0 بجوار موديول CPU في أجهزة PLC المجزأ وذلك في بلوك الوظيفة FB 251

مثال :-

الشكل (٥-١٣) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لموديول قراءة مخارج تناظرية مبرمج للمثال الذي تناولناه في الفقرة السابقة .



الشكل (٥-١٣)

و فيما يلي قائمة الجمل و شرح محتوياتها

قائمة الجمل	الوصف
JUFB 251	قفز غير مشروط OB1 إلى FB 251
NAME : RLG : AA	اسم موديول قراءة المخارج التناظرية المبرمج رقم AA
XE : FW1	القيمة الثنائية للسرعة والمطلوب إخراجها على القناة 0 لموديول المخارج
BG : 1	رقم المجرى الموضوع فيه موديول المخارج التناظرية
KNK T : 0.1	رقم القناة هو(0) ونوع موديول المخارج ينتمي للمجموعة رقم 1
OGR : +3000	أقصى سرعة عندما يكون خرج التاكو +10V
UGR : -3000	أدنى سرعة عندما يكون خرج التاكو -10V
FEH : F0.4	خانة الخطأ و تكون حالتها 1إذا كان السلك مقطوع
BU : F0.5	خانة تعدي الحدود المسموحة للسرعة و تساوي 1 عند التعدي

مجاميع موديولات المخارج التناظرية :-

موديولات مخارج تناظرية لها إشارات خرج أحادية القطبية 0

موديولات مخارج تناظرية لها إشارات خرج مزدوجة القطبية و ثابتة القيمة 1

وفيما يلي قوائم الجمل للمثال السابق المعرض في الفقرة (٥-٥)

OB 1	FB 250	FB 241	FB 251
JU FB250	NAME : RLG : AE	NAME : COD : 16	NAME : RLG : AA
JU FB241	BG : 0	DUAL : FW1	XE : FW1
L FW4	KNKT : 0.6	SBCD : F0.2	BG : 1
T QW2	OGR : +3000	BCD2 : FB3	KNKT : 0.1
JU FB250	UGR : -3000	BCD : FW4	OGR : +3000
BE	EINZ :	BE	UGR : -3000
	XA : FW1		FEH : F0.4
	FB: F0.0		BU : F0.5
	BU : F0.1		BE
	BE		

وعادة عند البرمجة يتم إدخال البلوكات الوظيفية أولا قبل البلوك التنظيمي .

٥-٧ التحكم في درجة حرارة غرفة باستخدام حاكم ذو موضعين

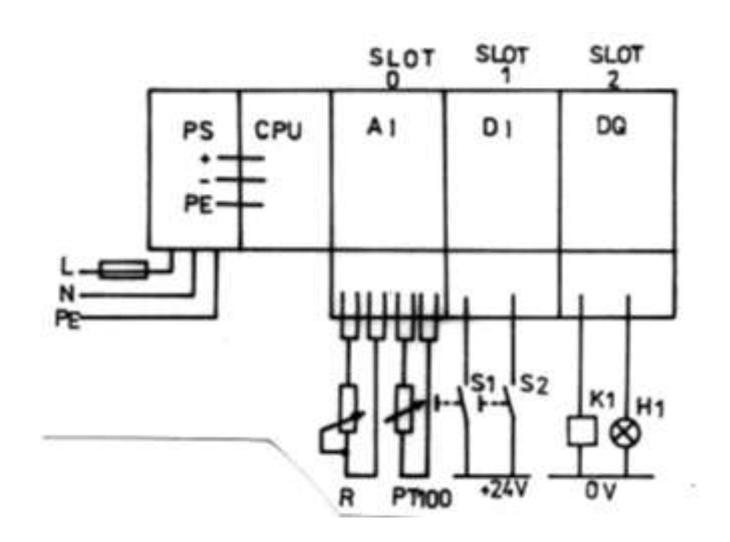
يستخدم الحاكم ذو الموضعين على نطاق واسع في التحكم في درجة الحرارة و ذلك لأن أنظمة التسخين عادة أنظمة بطيئة الاستجابة

أولا باستخدام حاكم ذو موضعين مثالي :-

الشكل (٥-١٤) يبين مخطط توصيل جهاز PLC مجزأ للتحكم في درجة حرارة الغرفة .

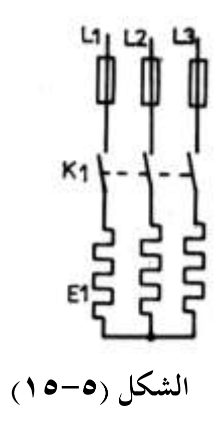
حيث إن:-

مصدر قدرة		PS
موديول معالجة مركزية		CPU
موديول مداخل تناظرية	2 * PT100	AI
موديول مداخل رقمية	8 * 24VDC	DI
موديول مخارج رقمية	8 * 24VDC	DO



الشكل (٥-١٤)

والشكل (٥-١٥) يبين الدائرة الرئيسية للسخان .



الشكل (٥-١٥)

و فيما يلي قائمة التخصيص :-

الرمز	المعامل	التعليق
R	FW 1	مقاومة متغيرة للتحكم في جهد المرجع W و تتراوح ما بين 100 : 200 Ω و توصل بالقناة الأولى بموديول المداخل التناظرية المثبت في المجرى 0
PT 100	FW 3	مجس درجة الحرارة و يوصل بالقناة الثانية بموديول

المداخل التناظرية المثبت في المجرى 0 ويتراوح خرجه ما بين $200\,\Omega$: 100 و ذلك يقابل درجات الحرارة : 0 266 C°		
ضاغط التشغيل	I 0.0	S1
ضاغط الإيقاف	I 0.1	S2
كونتاكتور تشغيل السخان	Q 2.0	K1
لمبة بيان عمل السخان	Q 2.1	H1

و حتى نصل إلى درجة حرارة غرفة مساوية 30 C° يجب ضبط المقاومة R عند قيمة نحصل عليها من المعادلة التالية :-

$$\frac{266}{100}(R-100)=30 \Rightarrow R=111\Omega$$

و الشكل (٥-١٦) يبين الشكل السلمي عند محاكاة حاكم ذو موضعين مثالي

نظرية التشغيل :-

يحدث قفز غير مشروط لكلا من FB250 , PB1 من البلوك OB1 و يلاحظ أنه تم إدخال درجة الحرارة المطلوبة بواسطة المقاومة R و التي تتكون من مقاومتين أحدهما ثابتة و تساوي $100\,\Omega$ و الأخرى متغيرة $(0 : 100\,\Omega)$ موصلتين بالتوالي معا مع القناة رقم 0 لموديول المداخل التناظرية المثبت في مجرى رقم 0 و يمكن إعادة تدريج القرص المدرج للمقاومة المتغيرة ليعطي درجة حرارة بدلا من مقاومة فمثلا عندما تكون المقاومة المتغيرة على وضع $0\,\Omega$ فإن ذلك يقابل C° 0 و عندما تكون المقاومة المتغيرة على وضع $11\,\Omega$ فإن ذلك يقابل 30 C° و هكذا .

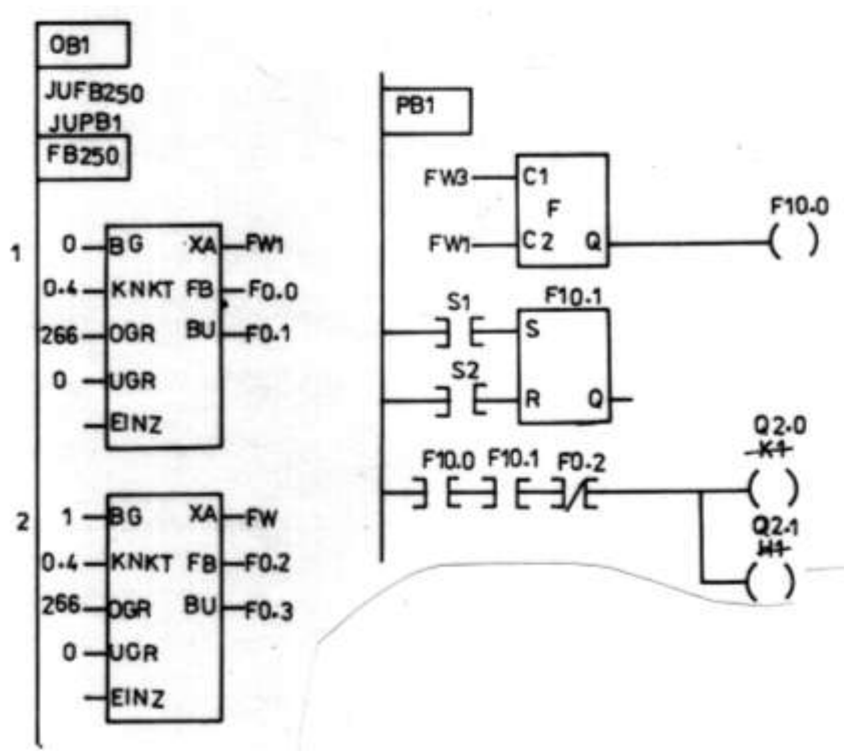
ويتم تحويل قيمة المقاومة إلى درجة الحرارة المقابلة و تخزينها في FW1 (بلوك الوظيفة FB250) وكذلك يتم إدخال قيمة درجة الحرارة للغرفة بواسطة مجس PT 100 بالقناة الأولى لموديول المداخل التناظرية المثبت بالمجرى رقم 1 ويتم تخزين درجة الحرارة الفعلية للغرفة في FW3 (بلوك الوظيفة FB250) .

وفي بلوك البرنامج PB1 يتم ما يلي :-

١- مقارنة محتويات FW3 بمحتويات FW1 فإذا كانت محتويات الأولى أصغر من الثانية أصبحت حالة F10.0 مساوية 1 .

٢- يحدث إمساك لعلم البدء F10.1 بواسطة ضاغط التشغيل S1 (الموصل بالمدخل I 0.0) و يحدث تحرير لعلم البدء بواسطة ضاغط الإيقاف S2 (الموصل بالمدخل I 0.1) .

٣- عندما تكون حالة علم التشغيل F10.0 و حالة علم البدء F10.1 مساوية 1 يكتمل مسار تيار H1 , K1 فيعمل كلا من السخان و لمبة التشغيل و يتوقف كلا من السخان وتنطفئ لمبة التشغيل إذا تم إيقاف الوحدة بواسطة S2 أو عندما تكون درجة حرارة الغرفة FW3 أكبر من درجة الحرارة المطلوبة FW1 أو تساويها .



الشكل (٥-١٦)

ثانيا : باستخدام حاكم ذو موضعين بمنطقة تخلف

لا يختلف مخطط التوصيل مع PLC ولا الدائرة الرئيسية ولا قائمة التخصيص في هذه الحالة عن الحالة السابقة و الشكل (٥-١٧) يبين الشكل السلمي في هذه الحالة .

نظرية التشغيل :-

يتكون البرنامج من ثلاثة بلوكات و هم :-

١- بلوك تنظيمي لإدارة البرنامج OB1 وفيه يحدث قفز غير مشروط لكلا من FB250 , PB1

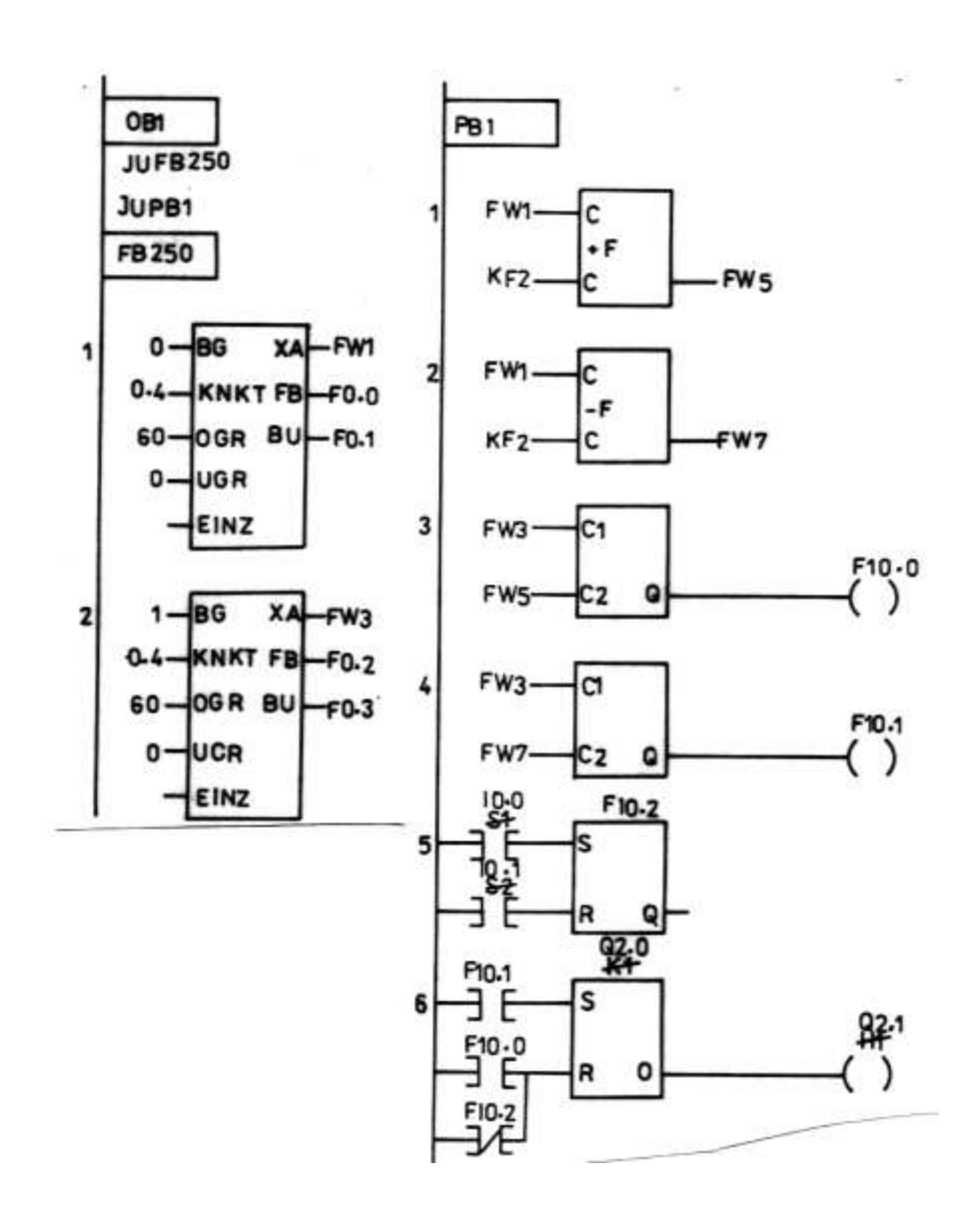
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٢- بلوك وظيفة FB250 لإدخال درجة الحرارة المطلوبة على FW1 و درجة الحرارة الفعلية على FW3 .

٣- بلوك برنامج PB1 و يتم فيه ما يلي :-

- جمع درجة الحرارة المطلوبة FW1 مع درجتان و الناتج يوضع في FW5 .
- طرح درجتين من درجة الحرارة المطلوبة FW1 و الناتج يوضع في FW7 .
- عقد مقارنة تساوي بين درجة الحرارة الفعلية FW3 مع درجة الحرارة المطلوبة (+) درجتان (FW5) وتصبح حالة F10.0 عالية عند تحقق التساوي .
- عقد مقارنة تساوي بين درجة الحرارة الفعلية FW3 مع درجة الحرارة المطلوبة (-) درجتان FW7 و تصبح حالة F10.1 عالية عند تحقق التساوي .
- إمساك علم البدء F10.2 بواسطة ضاغط التشغيل S1 الموصل مع المدخل I 0.0 وتحرير علم البدء F10.2 بواسطة ضاغط الإيقاف S1 الموصل مع المدخل I 0.1 .
- إمساك H1 , K1 عند عمل F10.1 و تحريرها عند عمل F10.0 أو فصل F10.2 أي يعمل السخان و تضيء لمبة البيان عند حدوث إمساك لكلا من K1 (Q 2.0),H1(Q 2.0)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



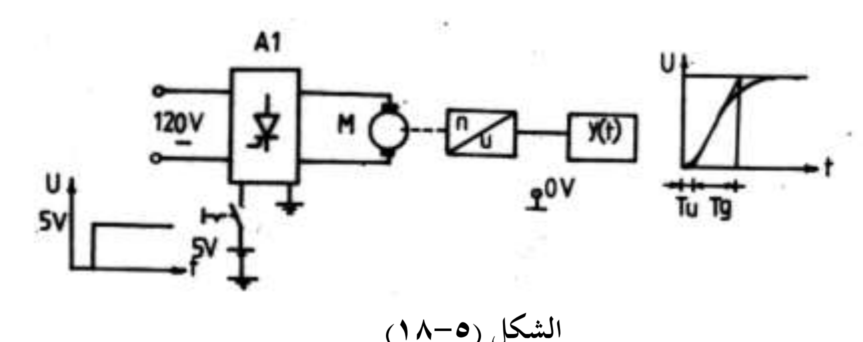
الشكل (٥–١٧)

٥–٨ التحكم في سرعة محرك مستمر

لنفرض أن سرعة المحرك المطلوبة هي 1500 RPM لفة / دقيقة فعند استخدام مولد تاكو Tachogenerator له معامل تحويل 300 RPM/V يكون جهد المرجع المقابل للسرعة المطلوبة مساويا $\frac{1500}{300} = 5V$ و حتى يمكن التحكم في سرعة هذا المحرك نحتاج لمعرفة ثوابت هذا

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

المحرك و هي زمن السكون Tu و زمن التعويض Tg و معامل التكبير Ks و يمكن الحصول على هذه الثوابت بتطبيق قفزة جهد (جهد خطوة) مقدارها 5V على النظام المفتوح لدائرة التحكم في المحرك ثم نسجل خرج المحرك بواسطة راسم   Plotter و بعد ذلك يمكن تعيين ثوابت النظام من منحنى الخواص و الشكل (٥-١٨) يوضح كيفية الحصول على منحني الخواص للمحرك



الشكل (٥-١٨)

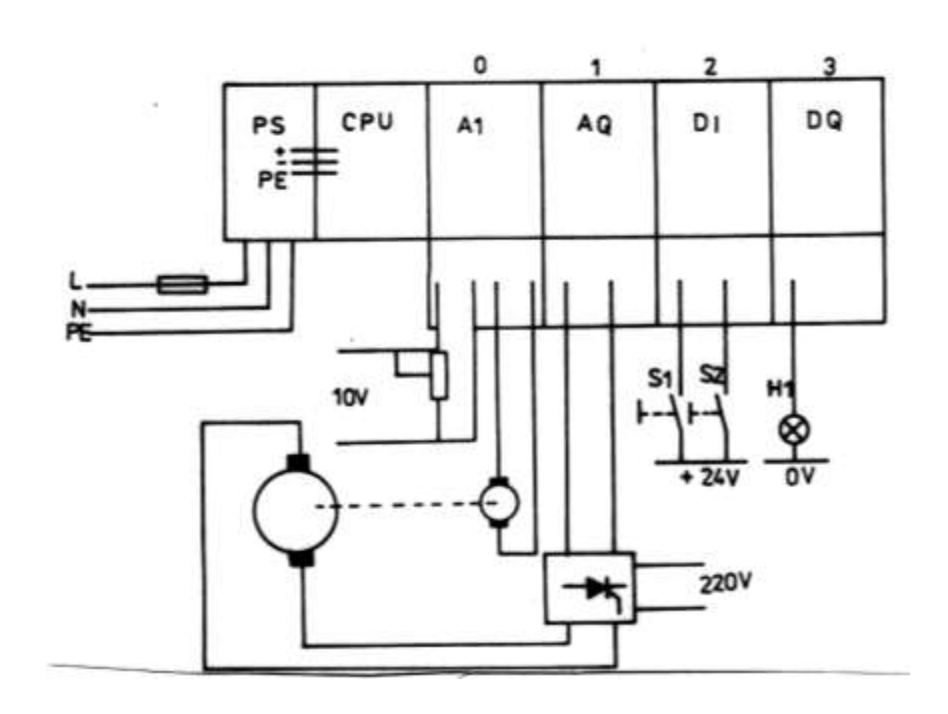
و بعد تعيين ثوابت النظام نعوض في قاعدة شين وهرونس وريسوك فنحصل على ثوابت المنظمات K_P , K_i , Kd والجدول (٥-٢) يعرض ثوابت المنظمات المستنتجة لأحد محركات التيار المستمر

الجدول (٥-٢)

نوع الحاكم	Kd	K_i	K_P
حاكم تناسبي	–	–	5
حاكم تناسبي تكاملي	–	18	5
حاكم تناسبي تفاضلي تكاملي	0.1	72	6

و سنكتفي في هذه الفقرة باستخدام حاكم تناسبي للتحكم في سرعة هذا المحرك العام . و الشكل (٥-١٩) يبين مخطط التوصيل لجهاز PLC من النوع المجزأ حيث يستخدم موديول مصدر قدرته PS و موديول CPU وكذلك يستخدم موديول مداخل تناظرية يوضع في المجرى 0 بجوار CPU نوع ($\pm 10V$ * 4) و يستخدم موديول مخارج تناظرية يوضع في المجرى 1 بجوار CPU نوع * 2 ($\pm 10V$) ويستخدم موديول مداخل رقمية 24 VDC * 8 يوضع في المجرى 2 بجوار CPU .

ويستخدم موديول مخارج رقمية 24 VDC * 8 يوضع في المجرى 3بجوار CPU .



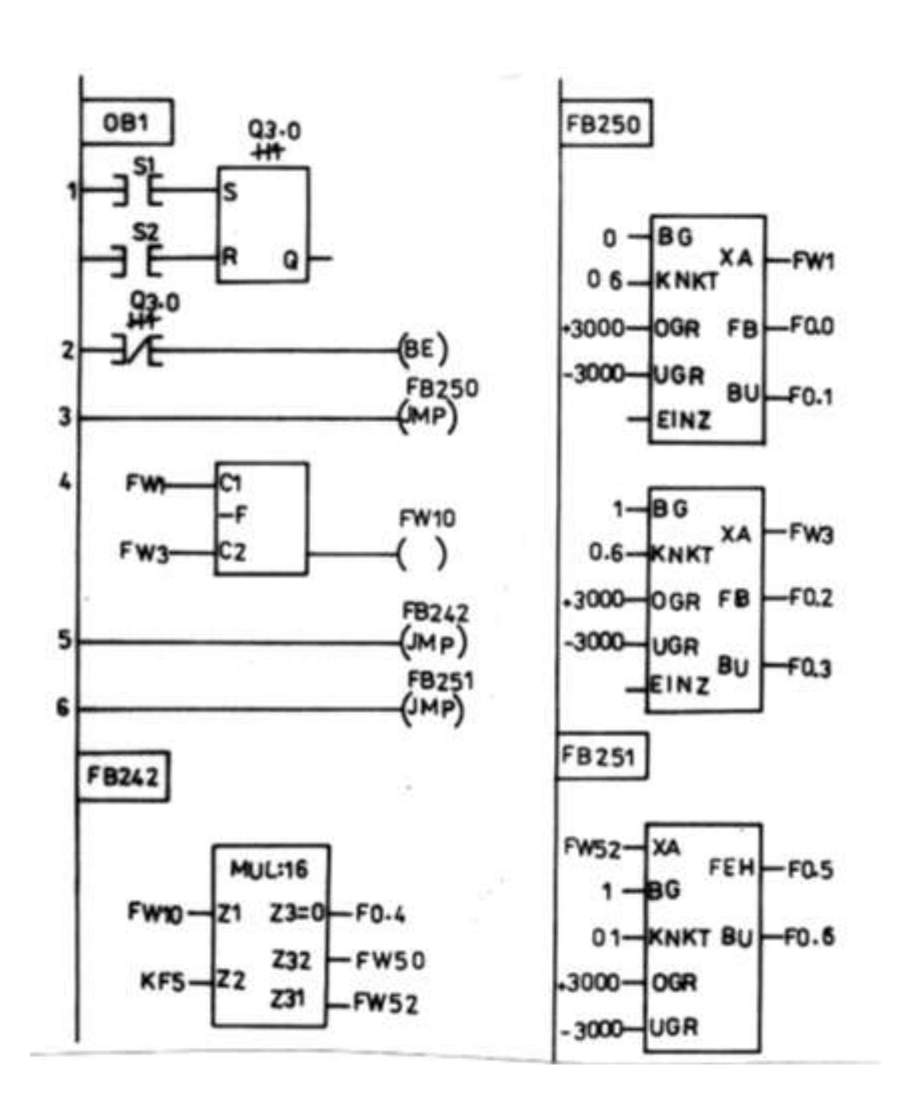
الشكل (٥-١٩)

و الشكل (٥-٢٠)يعرض الشكل السلمي للتحكم في سرعة محرك مستمر باستخدام حاكم تناسبي

نظرية التشغيل :-

يتكون البرنامج من أربعة بلوكات و هم :-

١- البلوك التنظيمي OB1 لإدارة البرنامج و فيه يتم التحكم في تشغيل لمبة بيان التشغيل H1 بواسطة ضاغط التشغيل S1 الموصل بالمدخل I 2.0 و إطفائها بواسطة ضاغط الإيقاف S2 الموصل بالمدخل I 2.1 و عندما تكون حالة لمبة البيان H1 عالية فإنه يحدث قفز مشروط إلى FB 250 حيث يتم فيه قراءة جهد المرجع المدخل بواسطة المقاومة R و إدخال القيمة المقابلة للسرعة المطلوبة في FW1 علما بأن السرعة المقابلة لجهد +10V تساوي +3000 RPM والسرعة المقابلة لجهد -10V تساوي -3000 RPM .



الشكل (٥-٢٠)

وكذلك يتم قراءة القيمة الفعلية للسرعة والقادمة من مولد التاكو الموصل بالقناة الأولى لموديول المداخل التناظرية المثبت في المجرى رقم 0 و تخزين السرعة المقابلة في FW3 . و في OB1 يتم إيجاد الفرق بين السرعة المرجعية المخزنة في FW1 والسرعة الفعلية المخزنة في FW3 و الفرق يخزن في FW10 ثم يتم قفز غير مشروط إلى FB 242 حيث يتم ضرب محتويات الفرق FW10 في ثابت المنظم التناسبي الذي تم استنتاجه من قواعد شين وهرونس وريسوك

(الجدول ٥-٢) والذي يساوي 5 والناتج يخزن في FW52 ، FW50 حيث إن FW52 الرتبة الأقل ، FW50 الرتبة الأعلى . ثم يتم عمل قفز غير مشروط إلى FB 251 لإخراج محتويات

FW52 إلى القناة 0 لموديول المخارج التناظرية المثبت في المجرى 1 وهذا الخرج يتحكم في دائرة التحكم في الجهد المسلط على أطراف المحرك المستمر و ذلك بالتحكم في زاوية إشعال الثايرستورات المستخدمة علما بأن جهد دخل هذه الدائرة الإلكترونية هو 220V متردد .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب السادس

شبكات أجهزة التحكم المبرمج المحلية LAN

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

شبكات أجهزة التحكم المبرمج المحلية LAN

٦-١ مقدمة

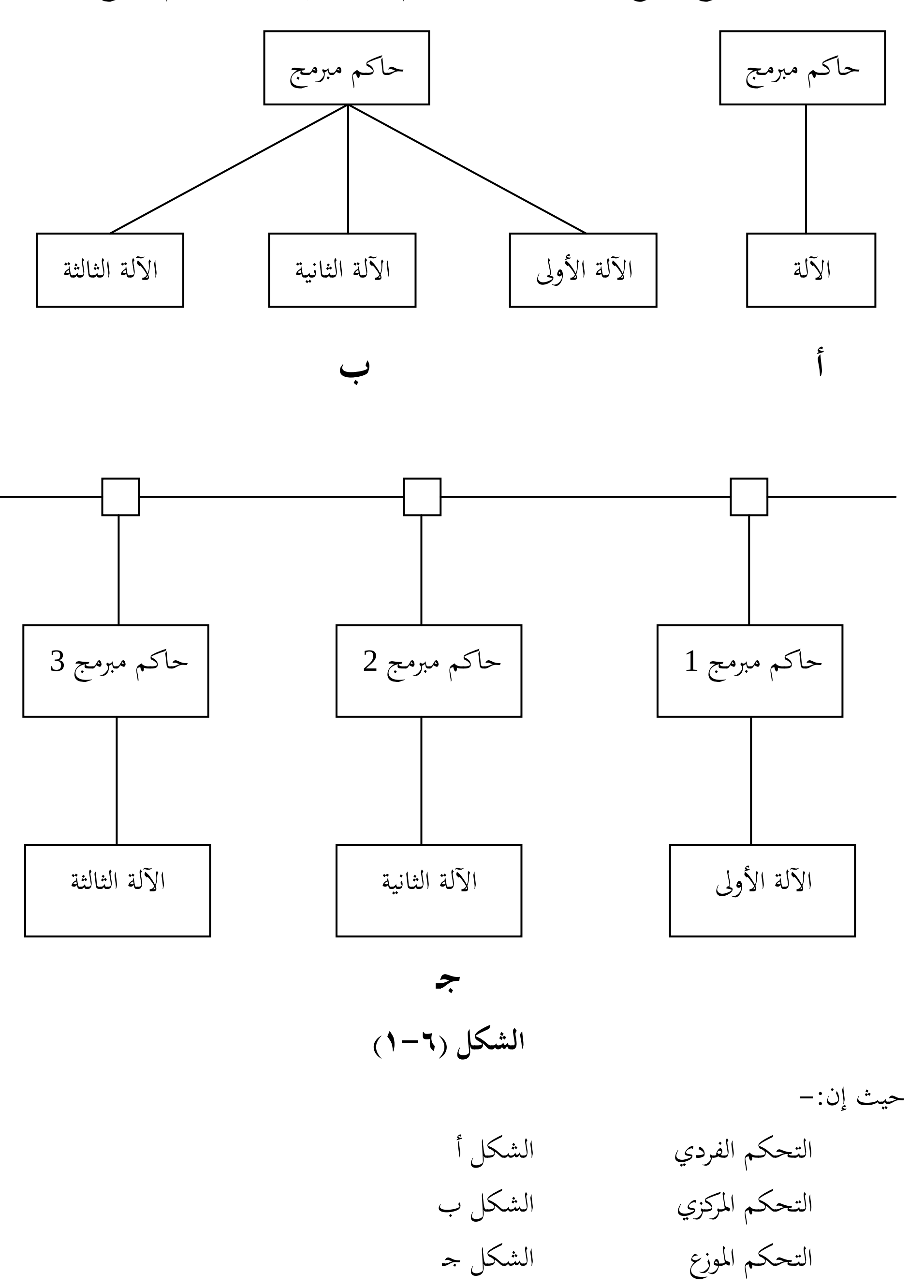
هناك عدة أنواع لنظم التحكم باستخدام أجهزة التحكم المبرمج و هي كما يلي :-

١- **التحكم الفردي** :- حيث يستخدم جهاز تحكم مبرمج واحد للتحكم في ماكينة واحدة .

٢- **التحكم المركزي** :- حيث يستخدم جهاز تحكم مبرمج واحد للتحكم في مجموعة ماكينات و لكن يعاب على هذا النظام أنه عند حدوث عطل في جهاز التحكم المبرمج يتوقف النظام بأكمله .

٣- **التحكم الموزع** :- حيث يستخدم مجموعة من أجهزة التحكم المبرمج تعمل سويا داخل شبكة محلية LAN و كل جهاز يتحكم بمفرده في ماكينة ولكن تخضع هذه الأجهزة المستخدمة داخل الشبكة لقيادة أحدهم و يسمى كل جهاز في هذه الشبكة بنقطة تفرع Node أو محطة Station و المسافة بين كل جهازين متجاورين يجب ألا تزيد عن (500 : 1000 m) و تستخدم هذه الشبكة في المصانع المتوسطة الحجم أما الشبكات واسعة النطاق Wan فتستخدم في المصانع الكبيرة الحجم .

و الشكل ٦-١ يوضح الأنواع المختلفة لأنظمة التحكم باستخدام أجهزة التحكم المبرمج .



الشكل (٦-١)

حيث إن:-

التحكم الفردي	الشكل أ
التحكم المركزي	الشكل ب
التحكم الموزع	الشكل جـ

٦-٢ شبكات أجهزة التحكم المبرمج المحلية

هناك عدة طرق لتوصيل أجهزة التحكم المبرمج في الشبكات المحلية و لكل منها عيوب ومميزات وسنذكر بإيجاز هذه الطرق .

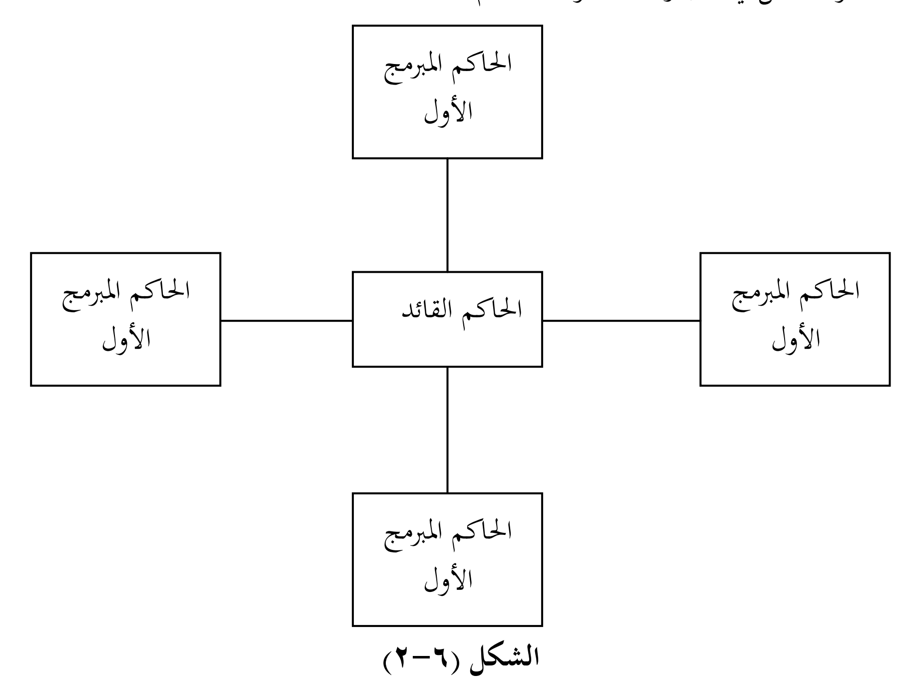
٦-٢-١ توصيلة النجما Star

الشكل (٦-٢) يبين توصيلة النجما حيث توصل جميع أجهزة التحكم المبرمج المنقادة مع جهاز القائد الموجود في المركز على شكل نجما و من مميزات هذه الطريقة هو أن عملية الاتصال بين كل جهاز منقاد و الجهاز القائد تتم في أي لحظة و لكن عيوبها كالتالي :-

١- تكلفة التوصيل كبيرة في النظم الكبيرة .

٢- الرسائل بين أي نقطتين تفرع يجب أن تمر على نقطة التفرع المركزية مما يؤدي إلى تأخير سرعة الاتصال .

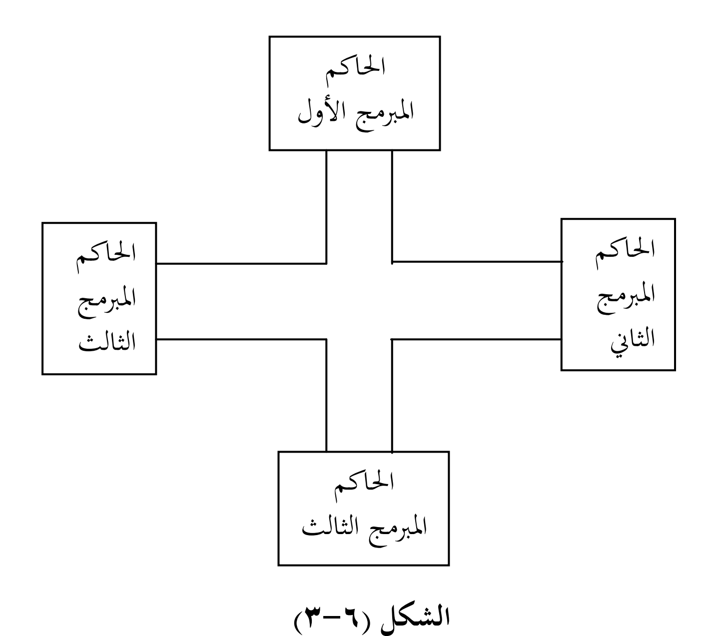
٣- حدوث خلل في الجهاز القائد يوقف النظام بأكمله .



الشكل (٦-٢)

٦-٢-٢ توصيلة المسار الحلقي Ring Bus

نادرا ما تستخدم هذه الطريقة في الصناعة لأنه لو حدث عطل في أحد أجهزة التحكم المبرمج المستخدمة في الحلقة تعطل النظام بأكمله و هذه الطريقة موضحة بالشكل (٦-٣) .



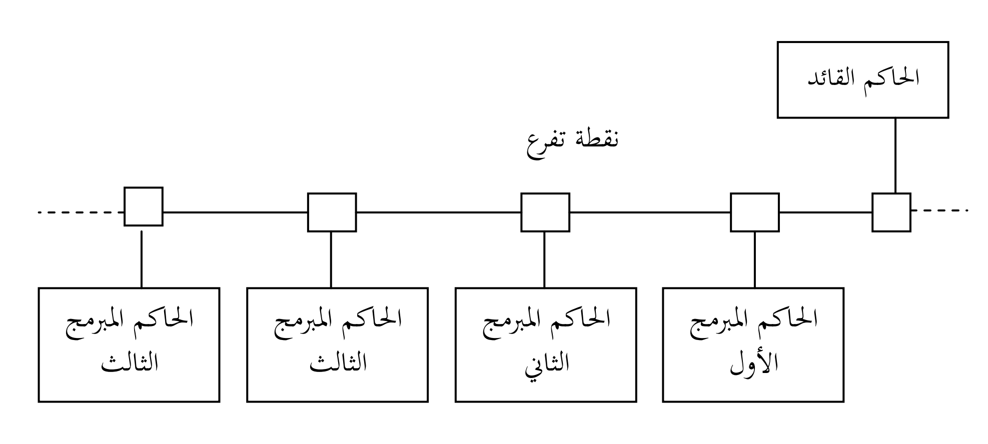
الشكل (٦-٣)

٦-٢-٣ توصيلة المسار المشترك Common Bus

الشكل (٦-٤) يوضح توصيلة المسار المشترك حيث توصل جميع أجهزة التحكم المبرمج بما فيهم الجهاز القائد مع مسار مشترك واحد يتكون من زوجين من الأسلاك .

الزوج الأول :- يستخدم لإمرار الرسائل من الجهاز القائدة إلى الأجهزة المنقادة .

الزوج الثاني :- يستخدم لإمرار الرسائل من الأجهزة المنقادة إلى الجهاز القائد علما بأن جميع الأجهزة توصل مع المسار المشترك من خلال نقاط تفرع Nodes وقد تصل عدد الأجهزة المنقادة الموصلة مع المسار المشترك 247 و هذه الطريقة هي أكثر الطرق انتشارا في الصناعة .



الشكل (٦-٤)

و هناك طريقتين لنقل البيانات Data بين عناصر الشبكة LAN الموصلة معا عبر المسار المشترك و هم كما يلي :-

١- من أي نقطة تفرع إلى الأخرى مثل

القائد ⟵ المنقاد

المنقاد ⟵ القائد

منقاد ⟵ منقاد

٢-من أي نقطة تفرع إلى باقي جميع نقط التفرع في الشبكة ويمكن تبادل البيانات التالية بين نقاط التفرع في الشبكة .

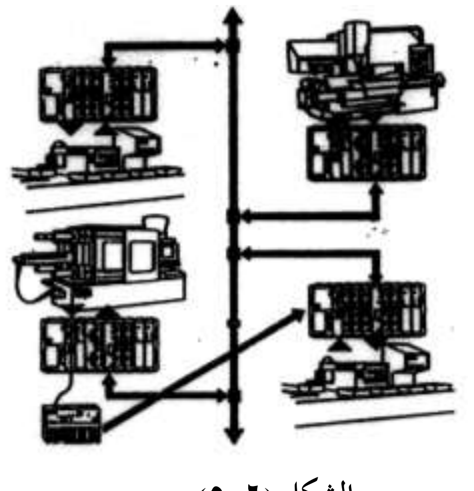
١- حالة المداخل والمخارج و الذاكرات الداخلية Inputs & Output & Flages

٢- محتويات كلمات البيانات Data Wards من بلوكات البيانات Data Block

بالإضافة إلى إمكانية نقل البيانات في الشبكات المحلية فإنه يمكن نقل البرنامج من أي نقطة تفرع للآخر و ذلك أثناء إجراء عمليات البرمجة .

والشكل (٦-٥) يعرض شبكة محلية تستخدم نظام المسار المشترك بحيث إنكل جهاز تحكم مبرمج PLC في الشبكة يتحكم في ماكينة وهذه الشبكة خاصة بشركة تليميكنيك الفرنسية وتسمى (Telway 7) و يلاحظ أنه يمكن نقل البرنامج المدخل بواسطة جهاز البرمجة من نقطة تفرع إلى أخرى .

و سنتناول فيما يلي خصائص الشبكات المحلية لشركة Siemens والتي تستخدم برتكول L1 Sinec



الشكل (٦-٥)

أولا نقل البيانات :-

من أجل إمكانية نقل البيانات في الشبكة المحلية الموصلة بنظام المسار المشترك فإن نقاط التفرع تحتاج إلى :-

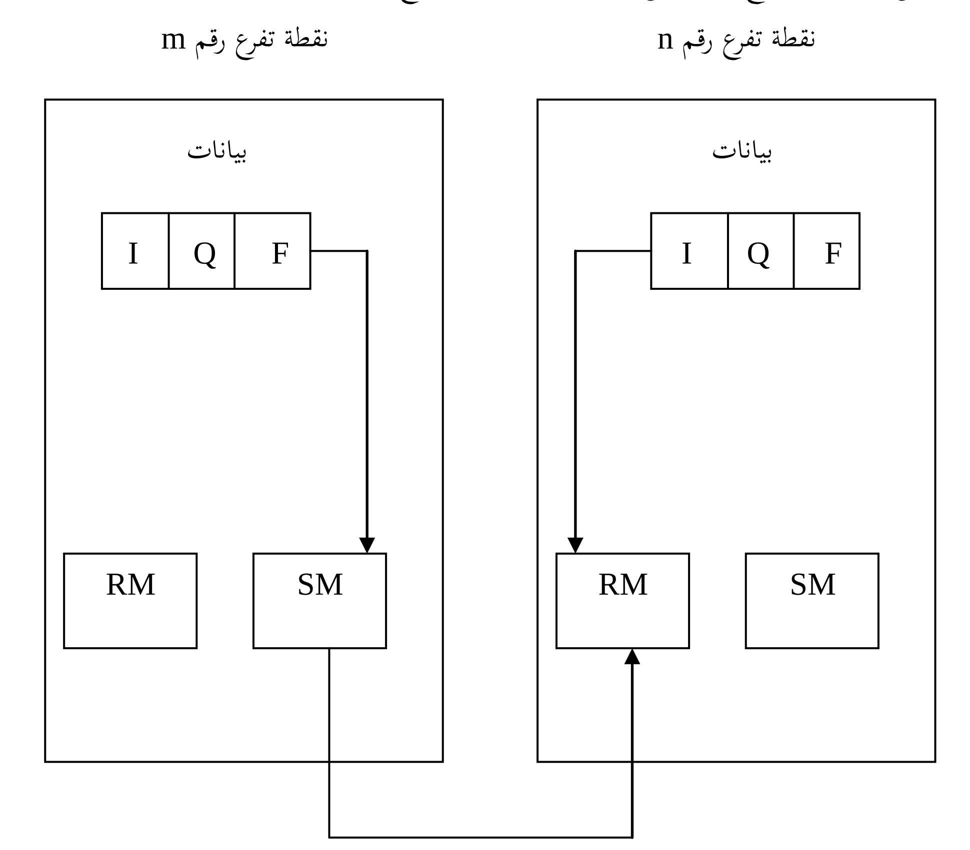
١- عنوان لها يتراوح ما بين 1 : 30

٢- صندوق إرسال الرسائل   Send Mailbox (SM)

٣- صندوق استقبال الرسائل   Receive Mailbox (RM)

٤- بايتات إحداثيات للاستقبال و الإرسال   Coordinate Bytes

والشكل (٦-٦) يوضح كيفية نقل البيانات بين نقطتين تفرع .



الشكل (٦-٦)

وعادة يزود الجهاز القائد بكارت اتصال مزود بميكروبروسيور للاتصال في حين يتم توصيل نقاط التفرع المركزية بمسار توالي Serial Port لوحدة المعالجة المركزية لها CPU .

٦-٣ النظم القياسية لشبكات أجهزة التحكم المبرمج المحلية

لكل شركة من الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج أسلوب خاص للاتصال في شبكاتها المحلية على سبيل المثال شركة موستوبيشي اليابانية تستخدم بروتوكول MELSECNET وشركة أمرون اليابانية تستخدم بروتوكول SYS BUS & SYSWAY و شركة ألين بريدلي الأمريكية

تستخدم بروتوكول HIGHWAY DATA و شركة سيمينز الألمانية تستخدم بروتوكول SINEC L1 و هكذا و لكن من أهم المشاكل المترتبة على ذلك هو عدم إمكانية استخدام أجهزة التحكم المبرمج مصنعة بشركات مختلفة في شبكة محلية واحدة .

وللتغلب على هذه المشكلة قام معهد المهندسين الكهربائيين و الإلكترونيين باعتماد نظامين قياسيين و هما :-

١- النظام IEEE 802.3 ويبنى هذا النظام على بروتوكول CSMA / CD

٢- النظام IEEE 802.4 و يبنى هذا النظام على بروتوكول MAP لذلك يمكن استخدام أجهزة التحكم المبرمج للشركات التي تعمل بأحد هذين النظامين في نفس الشبكة المحلية علما بأن زمن الاستجابة لهذه الشبكات يعتمد على عدد نقاط التفرع و يزيد بزيادتهم .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب السابع

الصيانة و اكتشاف الأعطال

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الصيانة و اكتشاف الأعطال

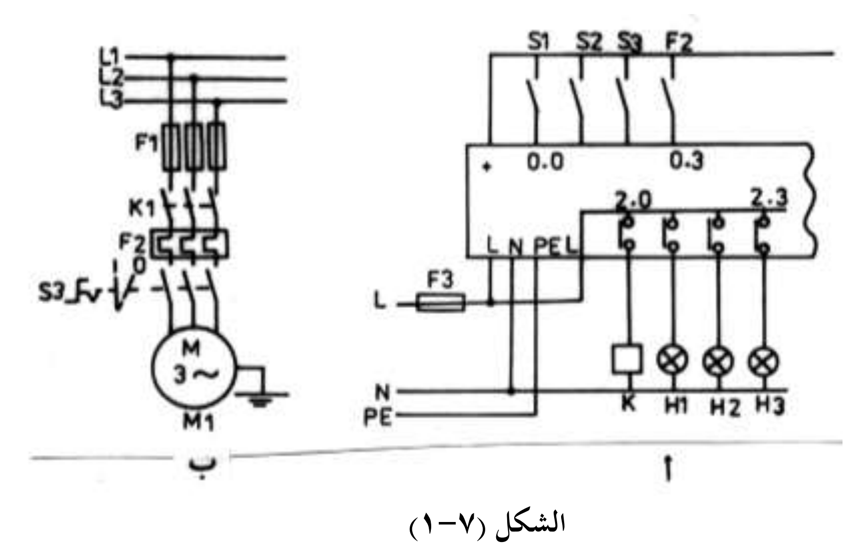
٧-١ صيانة الأنظمة العاملة بأجهزة التحكم المبرمج

عادة فإن أجهزة التحكم المبرمج توفر برنامج صيانة متكامل للمعدات والماكينات المتحكم فيها حيث تعطى رسائل الصيانة والإصلاح سواء كانت معروضة على الشاشة أو مطبوعة بعد اكتمال الزمن المبرمج لإجراء الصيانة و في هذه الفقرة سنستعرض مثال بسيط لبرنامج الصيانة الخاص بمحرك يدير أحد بريمات نقل الخامات حيث هذا المحرك لعمل تزييت وشد وفحص السيور وذلك بعد مرور مائة ساعة تشغيل .

أولا قائمة التخصيص :-

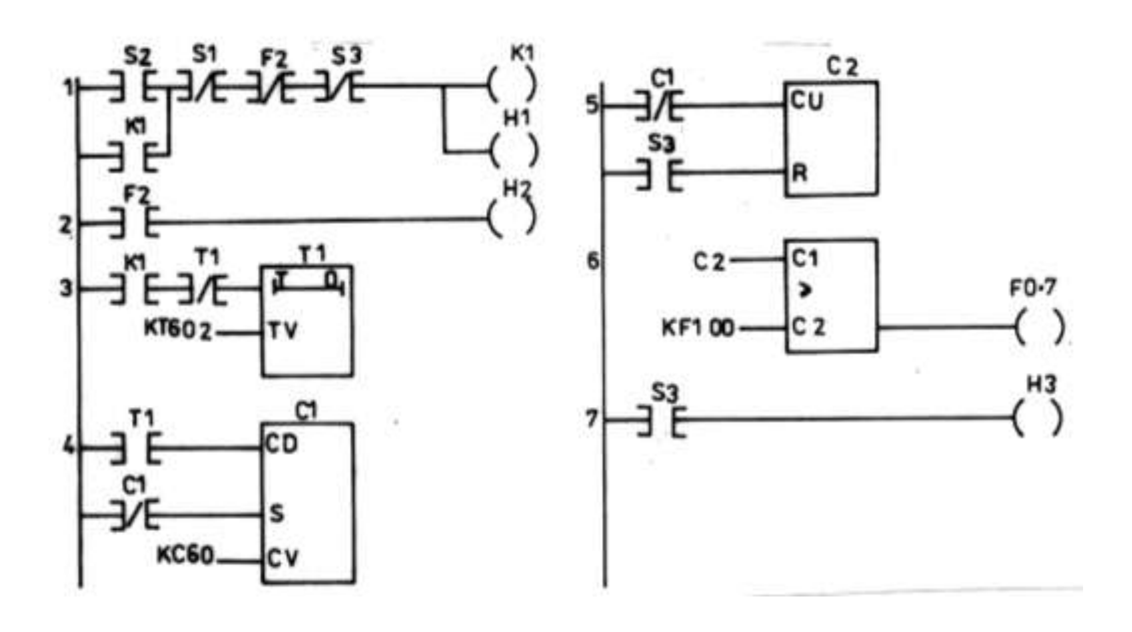
الرمز	المعامل	التعليق
S1	I 0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف
S2	I 0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
S3	I 0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح الخدمة
F2	I 0.3	ريشة مفتوحة من المتمم الحراري
K1	Q 2.0	ملف كونتاكتور المحرك
H1	Q 2.1	لمبة تشغيل المحرك
H2	Q 2.2	لمبة بيان زيادة الحمل
H3	Q 2.3	لمبة بيان الصيانة

والشكل (٧-١) يعرض مخطط التوصيل مع PLC (الشكل أ) والدائرة الرئيسية (الشكل ب) .



الشكل (٧-١)

والشكل (٧-٢) يعرض الشكل السلمي مع استبدال المعاملات بالرموز المستخدمة في قائمة التخصيص للتبسيط .



الشكل (٧-٢)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار K1 فيعمل H1 , K1 و يحدث إبقاء ذاتي للكونتاكتور K1 بواسطة الريشة المفتوحة K1 الموصلة بالتوازي مع الضاغط S2 و في نفس الوقت تغلق الريشة K1 بالمؤقت T1 و هذا المؤقت من النوع ثم المستبقي (Retentive) ولمعرفة خصائص المؤقت سنتناول المثال التالي :-

لنفرض أنه تم تشغيل المحرك M1 بواسطة الضاغط S1 لمدة 40 ثانية ثم إيقافه إما بواسطة S2 أو نتيجة لزيادة الحمل بواسطة F2 ثم إعادة تشغيله فإن المؤقت T1 سوف يعمل في المرة الثانية ليس بعد 60 ثانية (زمن التأخير للمؤقت) و لكن بعد تأخير 20 ثانية فقط و يعكس ريشته المفتوحة .

وعند انتهاء زمن تأخير المؤقت تغلق الريشة T1 فتصل نبضة عالية لمدخل العد التنازلي للعداد C1 وحيث إنالعداد يكون محمل في بادئ الأمر بالعدد 60 فإنه عند وصول نبضة عالية لمدخل العد التنازلي تصبح القيمة الجارية للعداد 59 و يحدث ذلك كلما مر دقيقة على تشغيل المحرك M1 .

و تفتح الريشة المغلقة T1 الموصلة بالمؤقت T1 فينقطع مسار تيار المؤقت ثم يبدأ المؤقت بحساب الزمن المار من جديد و بعد دقيقة تصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلي للعداد C1 فتصبح القيمة الجارية للعداد 58 و هكذا حتى تصبح القيمة الجارية للعداد C1 مساوية صفرا فتصل نبضة عالية لمدخل العد التصاعدي للعداد C2 و تصبح القيمة الجارية للعداد C2 مساوية 1 و هكذا حتى تصبح القيمة الجارية للعداد C2 مساوية 100 وهذا يعني أن المحرك قد عمل 100 ساعة تشغيل في هذه الحالة تصبح حالة F0.7 مساوية 1 فتظهر الرسالة التالية على شاشة لوحة المشغل

(MAINTAIN MOTOR 1)

وذلك عندما تكون محتويات DB13 كما يلي :-

DB 13

KS = MAINTAIN MOTOR 1

في هذه الحالة يتم وضع مفتاح الخدمة S3 على وضع OFF ويغلق بواسطة قفل يدوي فينقطع مسار تيار K1 و تضيء لمبة البيان H3 (الخط السابع) للدلالة على إجراء صيانة للمحرك و لا يمكن تشغيل المحرك بواسطة S1 (الخط الأول) إلا بعد إنتهاء عملية الصيانة وإعادة مفتاح الخدمة إلى وضع ON مرة أخرى علما بأن لمبة البيان H2 تضيء عند زيادة الحمل على المحرك M1 .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٧-١-١ مراقبة خطوط الإنتاج

نظرا لأن جهاز PLC قد يستخدم في التحكم في خط إنتاج كامل في بعض المصانع وهذا الخط قد يتكون من العديد من الماكينات و تعطل أحد الماكينات قد يؤدي إلى تعطل خط الإنتاج بأكمله لذلك يستخدم جهاز PLC أيضا في مراقبة الجهود والتيارات ودرجات الحرارة علاوة على التحكم وذلك من أجل تدارك المشاكل قبل حدوثها و عمل الصيانة اللازمة . و يستخدم في ذلك موديولات مداخل تناظرية و كذلك مجسات للتيار و الجهد و درجة الحرارة فإذا تعدت درجة حرارة أحد المحركات درجة الحرارة القصوى المسموح بها و التي تم برمجتها يصدر إنذار صوتي فيقوم فني الصيانة بالبحث عن سبب ارتفاع درجة الحرارة و تداركه قبل أن تتفاقم المشكلة ويتوقف خط الإنتاج . و كذلك يمكن استخدام مفاتيح نهايات المشوار لسيور المحركات لمراقبة شد السيور فمثلا عند انخفاض شدة التيار المسحوب لأحد المحركات عن الحد الأدنى و في نفس الوقت فتح مفتاح نهاية مشوار سير المحرك فإن جهاز PLC يعطي رسالة

Check – M1 – Belt

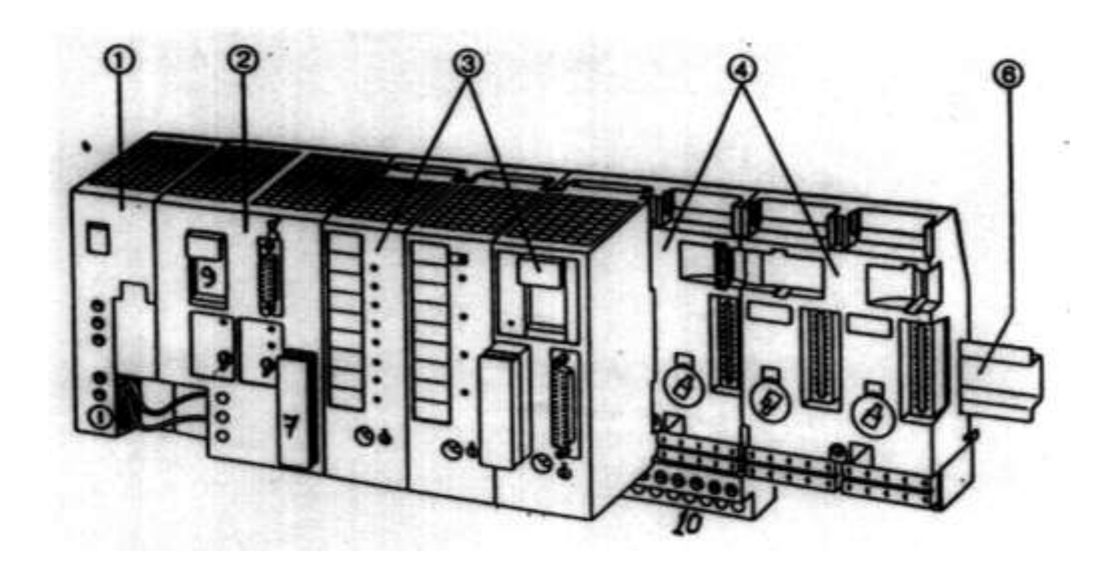
فقد تكون المشكلة انقطاع سير المحرك M1 أو أنه يحتاج لإعادة شد . وكذلك في حالة عدم وجود جهد على أطراف المحرك M1 بالرغم من وصول إشارة تشغيل للمحرك M1 يعطي الرسالة التالية -:

CB
Check Motor1 CB

فمن الممكن فتح قاطع الدائرة أو انقطاع التيار الكهربي عن CB وهكذا . و لمزيد من التفاصيل عن كيفية استخدام موديولات المداخل التناظرية يمكن الرجوع إلى الباب السادس .

٧-١-٢استبدال موديولات المداخل و المخارج

غالبا ما تحدث المشاكل في أجهزة التحكم المبرمج في موديولات المداخل و المخارج و تعتبر أسهل الطرق للإصلاح هو استبدال الموديول الذي يشك أنه تالف بآخر له نفس المواصفات و لقد قامت الشركات المصنعة لأجهزة PLC بجعل نقاط التوصيل للموديول التي توصل بمصدر القدرة أو المداخل أو المخارج موضوعة في ذراع منفصل عن الموديول أو موضوعة في جزء مثبت بمسامير في موديول الاتصالات Bus Module و ذلك من أجل تقليل المجهود اللازم لاستبدال الموديول بآخر و الشكل (٧-٤) يعرض نموذج لجهاز PLC من النوع المجزأ مصنع بشركة Siemens ويلاحظ أن نقاط التوصيل 10 مثبتة بمسمار في مسار الاتصالات 4 .



الشكل (٧-٤)

و نظرا لأن أكثر التلفيات في موديولات المداخل و المخارج تحدث أثناء الاستبدال فإن بعض الشركات توحد أشكال الموديولات المتشابهة و الأخرى تجعل لكل موديول مداخل و مخارج كود صلب على شكل بروز خلف الموديول بحيث لا يمكن تثبيت الموديول على موديول الاتصالات إلا إذا اتفق كود الموديول (وضع البروز) مع كود مجرة مثبتة في موديول الاتصالات و يمكن تغيير وضعها كما هو مبين بالشكل السابق بواسطة مفك . وبهذه الطرق تمنع استبدال موديول بآخر يختلف عنه في الموصفات الفنية .

٧-١-٣ استخدام جهاز PLC كجهاز تسجيل

من المشاكل التي قد تحير فني الصيانة هو تراكم القاذورات على نقاط تلامس مفاتيح نهايات المشوار المنتشرة في الماكينة حيث تؤدي لإحداث عازل و من ثم تؤدي إلى توقف الماكينة و قد يحدث ذلك بصورة غير منتظمة و تصبح عملية تحديد مفتاح نهاية المشوار المتسبب في إيقاف الماكينة في غاية الصعوبة في الأنظمة التقليدية فقد يحاول فني الصيانة استبدال مفاتيح نهاية المشوار الواحد تلو الآخر حتى يعثر على مفتاح نهاية المشوار المتسبب في هذه المشكلة ولكن مع استخدام جهاز PLC أصبحت هذه العملية سهلة فمثلا في العمليات التتابعية فإنه يمكن تخصيص عداد لكل مفتاح نهاية مشوار وعند التوقف العارض للماكينة يمكن مقارنة القيم الجارية للعدادات ومعرفة مفتاح نهاية المشوار المتسبب في هذا التوقف .والشكل (٧-٥) يعرض الشكل السلمي الخاص بعملية صناعية تحتوي على

أربعة مفاتيح نهاية مشوار SQ1 : SQ4 حيث تستخدم أربعة عدادات C4 : C1 لتسجيل عدد مرات التشغيل لمفاتيح نهايات المشوار SQ1 : SQ4

ولنفرض أن عدد مرات عمل مفاتيح نهايات المشوار في كل دورة تشغيل كما يلي :-

SQ1 = 4
SQ2 = 3
SQ3 = 2
SQ4 = 1

و لنفرض أنه في مرة من المرات تعطلت العملية الصناعية لعدم وصول إشارة من أحد مفتاح نهاية المشوار فعند استعراض القيم الجارية للعدادات بدالة STATUS وجد أن :-

C1 = 400 = 4 * 100
C2 = 300 = 3 * 100
C3 = 200 = 2 * 100
C4 = 99 = 1 * 100

الشكل (٧-٥)

هذا يعني أن سبب المشكلة هو SQ4 والذي يقوم بتشغيل C4 وفي هذه الحالة يتم استبدال SQ4 بآخر جديد أو يتم تنظيف ريش تلامسه ثم عمل تحرير للعدادات بواسطة S10 وإعادة التشغيل من جديد. أما إذا كان عدد مفاتيح نهاية المشوار كبير جدا تصبح الطريقة السابقة في غاية الصعوبة ويمكن استخدام وظيفة (Contact Histogram) لمعرفة عدد مرات الوصول والفصل لمفاتيح نهاية المشوار علما بأن معظم أجهزة PLC المتوفرة في الأسواق تتيح هذه الوظيفة مثال ذلك أجهزةAllen – Bradley فعند حدوث تعطل للماكينة يمكن طباعة (Contact Histogram) لمعرفة عدد مرات الوصل والفصل لجميع مفاتيح نهاية المشوار ثم تحديد المتسبب في المشكلة .

٧-٢ اكتشاف الأعطال

يوجد عدة أنواع من المشاكل التي تتعرض لها الأنظمة العاملة بأجهزة التحكم المبرمج وهم :-

١- مشكلة ناتجة عن تلف في CPU .

٢- مشاكل ناتجة عن سوء تحميل البرنامج .

٣- مشكل ناتجة عن الذاكرات الخارجية .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٤- مشاكل ناتجة عن استخدام خاطئ للدالة Force .

٥- مشاكل في البرنامج

٦- مشاكل في موديولات المداخل أو المخارج .

٧- مشاكل في موديولات الاتصالات Bus Modules .

وينصح عند حدوث مشكلة في نظام التحكم العامل بجهاز PLC تحديد حجم المشكلة وهناك سؤال يطرح نفسه .

هل المشكلة أدت إلى توقف كلي لنظام التحكم أو خلل في التشغيل ؟

٧-٢-١ المشاكل التي تؤدي لتعطل كلي لنظام التحكم

عند حدوث توقف كامل لنظام التحكم يجب فحص الموحد المشع (مبين الحالة STATUS) لوحدة المعالجة المركزية CPU يعمل على وضع RUN فإذا كان CPU على وضع STOP بالرغم من أن مفتاح الوظيفة . MODE SW الخاص بـ CPU على وضع RUN فهذا يكون ناتج إما عن انقطاع و عودة التيار الكهربي أو انخفاض جهد البطارية و هذا يحتاج أن يكون فني الصيانة على دراية كاملة بالبرنامج فقد تستخدم بعض بلوكات النظام مثل OB' S في ذلك ويمكن معرفة سبب المشكلة التي أدت إلى عمل CPU على وضع STOP بمراجعة Interrupt Stack أو Control Bits و يمكن العودة إلى كتالوج جهاز التحكم المبرمج للتعرف على كيفية تحقيق ذلك و أحيانا تظهر شاشة على جهاز البرمجة تعطي سبب المشكلة أما إذا كان CPU على وضع RUN و مبين حالة RUN مضيء في هذه الحالة يجب فحص موديولات الاتصالات Bus Modules وذلك بفحص مبينات حالة هذة الموديولات لمعرفة الموديول الذي به مشكلة أو التأكد من التوصيل الجيد لمسار الاتصال بين CPU و موديولات الاتصالات في حالة عدم توفر مبينات حالة لهذه الموديولات . أما إذا كان CPU على وضع RUN و مبينات حالة RUN , STOP غير مضيئة في هذه الحالة يجب فحص مصدر القدرة Power Supply فإذا لم يكن مضيء يجب استبدال مصهر مصدر القدرة إذا كان تالفا و التأكد من وصول التيار الكهربي لمداخل مصدر القدرة و عمل اللازم .

٧-٢-٢ المشاكل التي تؤدى لخلل في التشغيل

عادة فإن الخلل في التشغيل ينتج من أحد الأسباب التالية :-

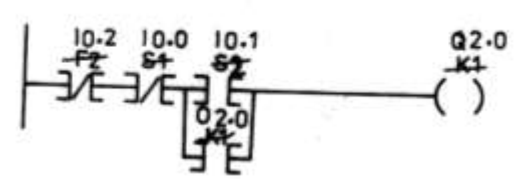
١- تلف موديول مداخل أو مخارج

٢- تلف موديول اتصالات

٣- تلف في أجهزة المداخل أو المخارج أو انقطاع الموصلات التي تصل أحد أجهزة المداخل بالمدخل الخاص به أو أحد أجهزة المخارج بالمخرج الخاص به .

ويمكن تحديد سبب المشكلة التي أدت إلى توقف أحد الأحمال و ليكن محرك كهربي

١-بمراجعة مخططات التوصيل مع PLC و كذلك الشكل السلمي للماكينات و تحديد مخرج جهاز PLC المسئول عن تشغيل هذا المحرك و كذلك تحديد الخط Line أو الدائرة Net Work الخاص



بهذا المخرج و منها يمكن معرفة المداخل المسئولة عن تشغيل هذا المخرج كما بالشكل (٧-٦) .

الشكل (٧-٦)

و يلاحظ أن مخرج هذا المحرك هو Q 2.0 و المداخل التي تؤثر على تشغيل هذا المحرك هي I 0.0 , I 0.1 , I 0.2 و هي خاصة بضاغط إيقاف S1 وضاغط تشغيل S2 و متمم حراري F2 وبعد ذلك يتم فحص مبين حالة Q 2.0 فإذا كانت مضيئة يتم قياس الجهد عند المخرج Q 2.0 و هناك احتمالين :-

١- وجود جهد كهربي على المخرج Q 2.0 و تكون المشكلة في هذه الحالة إما في الكونتاكتور K1 أو في الموصلات التي تصل K1 مع Q 2.0 .

٢- عدم وجود تيار كهربي عند المخرج Q 2.0 و تكون المشكلة إما في موديول المخارج الذي ينتمي إليه Q 2.0 فقد يكون المصهر تالف أو أن الموديول تالف أو أن موديول الاتصالات المثبت عليه موديول المخارج تالف ويمكن تحديد السبب باستبدال المصهر أولا إذا كان تالفا وإذا لم يكن تالفا يستبدل موديول بأخر مماثل وإذا لم تختفي المشكلة يستبدل موديول الاتصالات

بآخر سليم . أما إذا لم يكن مبين حالة Q 2.0 مضيء فيجب العودة إلى المداخل المسئولة وذلك بمراجعة الشكل السلمي كما بالشكل ثم فحص حالة مبينات حالة

I 0.0 , I 0.1 ,I 0.2 فالوضع الطبيعي يكون كما يلي :-

مبين حالة I 0.0 غير مضيء .

مبين حالة I 0.1 مضيء عند الضغط على الضاغط S1.

مبين حالة I 0.2 غير مضيء .

فإذا كانت حالة مبينات الحالة للمداخل كما سبق فإن المشكلة ستنحصر إما في موديول المداخل الذي ينتمي إلية I 0.0 , I 0.1 , I 0.2 أو موديول مسار الاتصالات المثبتة عليه موديول المداخل و يمكن تحديد سبب المشكلة بالاستبدال ثم الاختيار .

أما إذا كانت حالة مبينات الحالة للمداخل كما سبق فإن المشكلة ستنحصر إما في أجهزة المداخل أو الموصلات التي توصلها بنقاط المداخل بجهاز PLC . و الجدير بالذكر أن أجهزة PLC تتيح فرصة عمل STATUS لأي مدخل أو مخرج أو ذاكرة داخلية أو مؤقت أو عداد وذلك باستخدام أجهزة البرمجة المحمولة باليد و كذلك تتيح فرصة عمل STATUS للشكل السلمي بأكمله عند استخدام جهاز برمجة يثبت على المكتب أو جهاز كمبيوتر IBM أو أحد موافقاته .

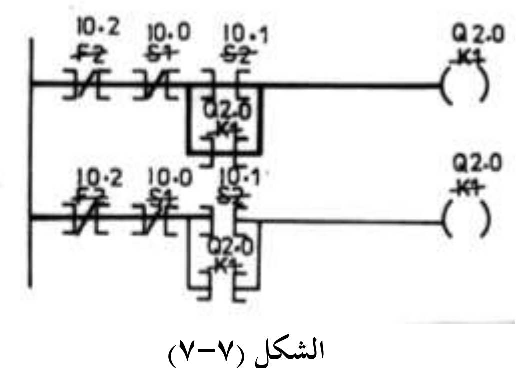
أولا تحديد سبب المشكلة باستخدام وظيفة STATUS لأجهزة البرمجة المحمولة :-

و فيما يلي الحالة الطبيعية للمداخل المسئولة عن عمل K1 .

I 0.0	STATUS	0
I 0.1	STATUS	1
I 0.2	STATUS	0

ثانيا تحديد سبب المشكلة باستخدام وظيفة STATUS لأجهزة البرمجة التي تثبت فوق المكتب أو التي على شكل كمبيوتر و تحديد مكان توقف التدفق .

والشكل (٧-٧) يبين حالتين مختلفتين فالحالة الطبيعية في الشكل (أ) وحالة وجود فتح في S2 الشكل (ب) .

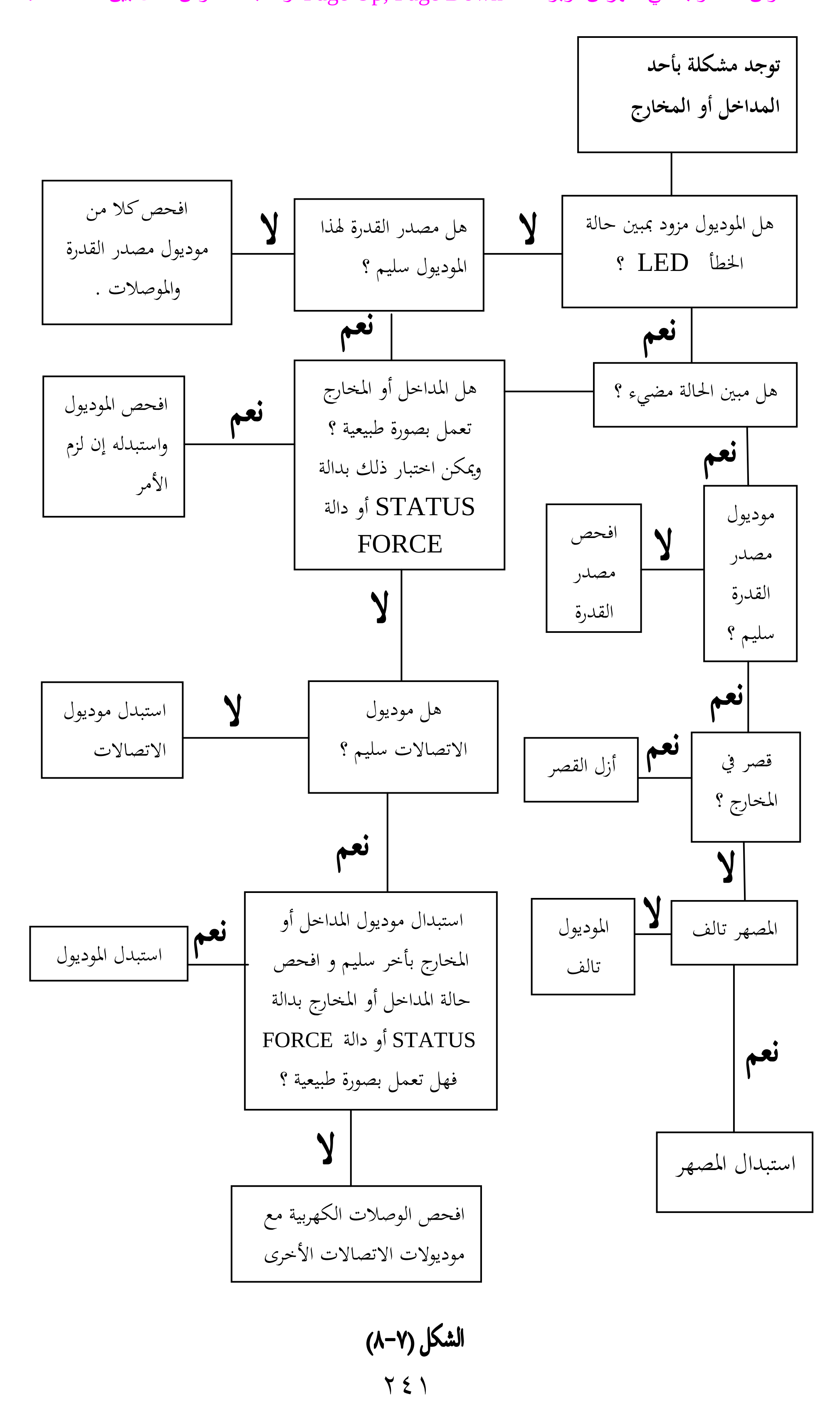


الشكل (٧-٧)

وفي حالة فشل جميع هذه المحاولات يمكن استخدام دالة Force لتغيير حالة أحد المداخل أو المخارج ثم متابعة حالة النظام بعد إجراء عملية Force للتأكد من عمل النظام بصورة طبيعية ففي هذه الحالة يمكن تغيير حالة I 0.1 فإذا عمل K1 دل على أن المشكلة تكمن في الضاغط S1 أو الموصل الذي يوصل S1 مع I 0.0 أو موديول المداخل أو موديول مسار الاتصالات . و تجدر الإشارة إلى أن استخدام دالة Force تحتاج إلى فنيين أكفاء جدا لأنها قد تؤدي إلى تلف الماكينة أو إحداث إصابات للأشخاص .

وهناك دالة أخرى تسمى Disable و تستخدم لإلغاء عمل أحد المداخل فيمكن إلغاء عمل S2 فيكتمل مسار K1 و أيضا هذه الدالة في غاية الخطورة و تحتاج إلى كفاءة عالية لأنها قد تستخدم في عمل مسار بديل لبعض أجهزة الحماية الخاصة بالماكينة أو بالأشخاص و يجب مراعاة إلغاء دالة Force , Disable بعد الانتهاء من عمل الفحوصات اللازمة قبل إعادة نظام التحكم لوضع التشغيل الطبيعي . والشكل (٧-٨) يبين خطوات تحديد أسباب مشاكل المداخل و المخارج .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٧-٨)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الملاحق

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

ملحق–١ جداول اختيار أجهزة التحكم المبرمج

Programmable Controllers: Manufacturers, Models, and Capabilities (1987) (Courtesy of *Control Engineering* Magazine)

Note: Codes for Type of Interface column are as follows: A: RS-232C, B: RS-232/422, C: RS-485, D: RS-485, E: RS-449, F: 20 mA, G: 10 mA, H: Fiber optic, I: RS-423, J: RS-422, K: V24, L: TTL.

تابع ملحق–١ جداول اختيار أجهزة التحكم المبرمج

Programmable Controllers

Manufacturer	Model	Total system I/O	Max discrete I/O	Max analog I/O	Relay ladder logic	High level language	PID capabilities	Motion control	Communication	Diagnostics	Type of interface	Scan rate/1K	Type of memory	Size of memory	Country of origin	Comments
AUTOMATIC TIMING & CONTROLS (King of Prussia, PA)	ATCOM 64	72	64	8		Y	Y		Y	Y	A	7-20ms	CMOS RAM, EPROM	8K	U.S.A.	
AUTOMATION SYSTEMS ([illegible], IA)	PAC-E	1024	1024	512	Y	Y	Y	Y	Y	Y	B	1.1ms	RAM, EPROM	32K	U.S.A.	12 common, ports
B & R INDUSTRIAL AUTOMATION CORP. ([illegible], GA)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y	Y	Y	Y	Y	Y	[illegible], F	[illegible]	RAM, EEPROM	16K	Austria	All units use ring network
	PROMCON [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y	Y	Y	Y	Y	Y	[illegible], F	2.5ms	RAM, EEPROM	[illegible]	Austria	
BAILEY CONTROLS CO. ([illegible], OH)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y	Y	Y		Y	Y	A	[illegible]	[illegible], ROM	[illegible]	U.S.A.	All units use proprietary network
[illegible] CO. ([illegible])	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y	Y	Y		Y	Y	A, B	[illegible]	RAM,EPROM,EEPROM	[illegible]	U.S.A.	
[illegible] ([illegible])	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y	Y	Y		Y	Y	B	[illegible]	RAM, PROM	[illegible]	U.S.A.	Uses peer-to-peer net.
[illegible] ([illegible], England)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y	Y	Y	Y	Y	B	[illegible]	RAM, EPROM	[illegible]	[illegible]	†per station
CINCINNATI MILACRON, [illegible] ELECTR. SYST. (Lebanon, OH)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y		Y	Y	Y	Y	B	[illegible]	CMOS EEPROM, CMOS RAM	[illegible]	U.S.A.	
CONTROL SYST. INTL. (Dallas, TX)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Y	Y		Y	Y	B		EPROM,UVRAM,NOVRAM	[illegible]	U.S.A.	Uses token passing net.
CONTROL TECHNOLOGY ([illegible], MA)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Y		Y	Y	Y	A, B		[illegible]	[illegible]	U.S.A.	Uses multidrop net.
CROUZET CONTROLS ([illegible], IL)	CMP-[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Y			Y	Y	[illegible]	[illegible]	EPROM	[illegible]	France	Uses C-Bus net.
[illegible] LTD. ([illegible], Canada)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y	Y	Y	Y	Y	Y	B	[illegible]	RAM, EPROM	[illegible]	Canada	All units use [illegible] network; †Expandable
[illegible] MICRO SYSTEMS ([illegible], England)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Y	Y		Y	Y	B	[illegible]	RAM	[illegible]	UK	
[illegible] CORP. ([illegible], OH)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y				Y	Y		[illegible]	EPROM	[illegible]	U.S.A.	
[illegible] CONTROLS ([illegible], CO)	SAFE [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Y	Y		Y	Y	B		CMOS RAM	[illegible]	U.S.A.	
EAGLE SIGNAL CONTROLS (Austin, TX)	EPTAK [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y			Y	Y	Y	B	[illegible]	EEPROM, ROM, EPROM, CMOS	[illegible]	U.S.A.	[illegible]
EATON CORP. CUTLER-HAMMER ([illegible], WI)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y				Y	Y	A, B	[illegible]	RAM, EEPROM	[illegible]	U.S.A., Japan	All D100 units use RS-422 multi-drop; All D500 units use [illegible]
ELECTRONIC CONTROLS CORP. ([illegible], IL)	[illegible], PLCF [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y			Y	Y			[illegible]	CMOS RAM	1.5K	Denmark	Programming: built in; Programming: external
ENCODER PROD. CO. ([illegible], ID)	7100, 7200, Synergy	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Y		Y	Y	Y	Y	B, A, D		RAM, EEPROM, EPROM, RAM, disk	[illegible]	U.S.A.	Uses BASIC; †Per board

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

تابع ملحق-١ جداول اختيار أجهزة التحكم المبرمج

Programmable Controllers

Manufacturer	Model	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

تابع ملحق–١ جداول اختيار أجهزة التحكم المبرمج

تابع ملحق–١ جداول اختيار أجهزة التحكم المبرمج

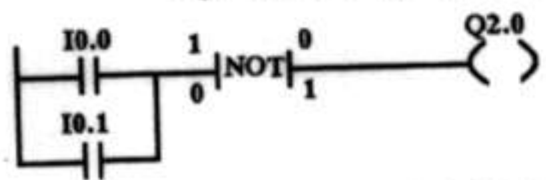
[illegible]

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

ملحق ـ٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS

العاكس

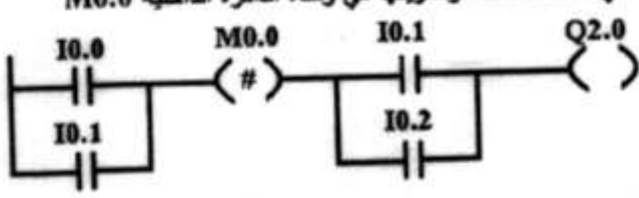
يقوم بعكس حالة مدخله فاذا كان 1 يصبح مخرجه 0 والعكس صحيح .



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

خرج منتصف الخط

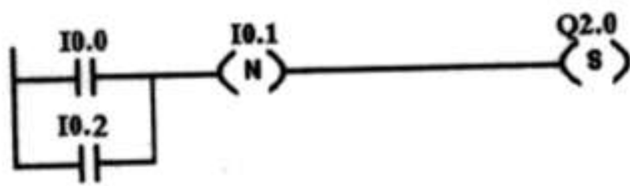
حيث يمكن اخذ حالة في منتصف الخط وتخزينها في وحدة الذاكرة الداخلية M0.0



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

كشف الحافة الهابطة

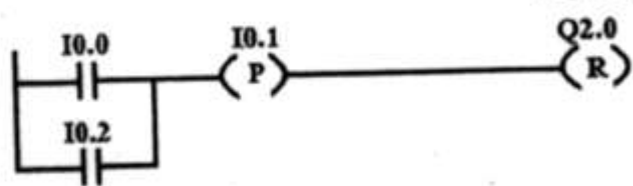
عندما تكون حالة I0.0 = 1 وعند انتقال حالة I0.1 من 1 إلى صفر يحدث إمساك للمخرج Q2.0



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

كشف الحافة الصاعدة

عندما تكون حالة I0.0 او I0.2 مساوية 1 وعند انتقال حالة I0.1 من صفر الى 1 يحدث تحرير المخرج Q2.0 .

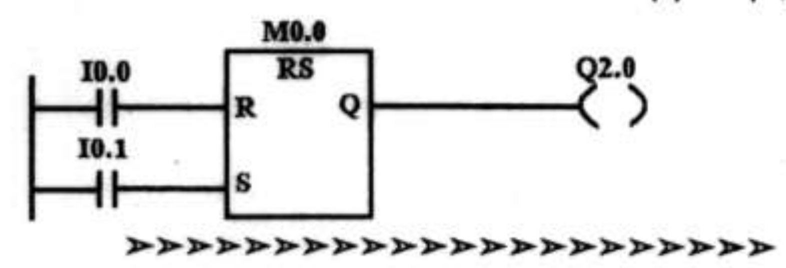


للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

تابع ملحق –٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS

القلاب R-S

بافضلية الإمساك (S)

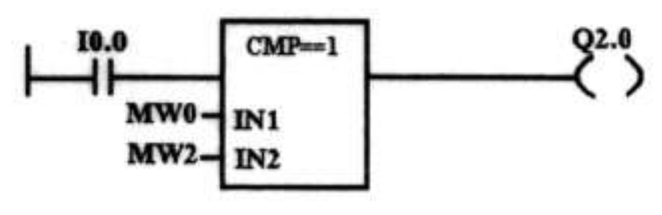


➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

مقارنة عددين صحيحين

(>, <, ==, <>, <=, >=)

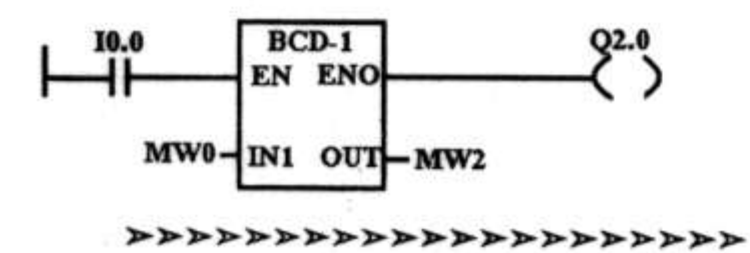
لا تتم المقارنة إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

تحويل عدد BCD إلى عدد صحيح

ولا تنفذ هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1

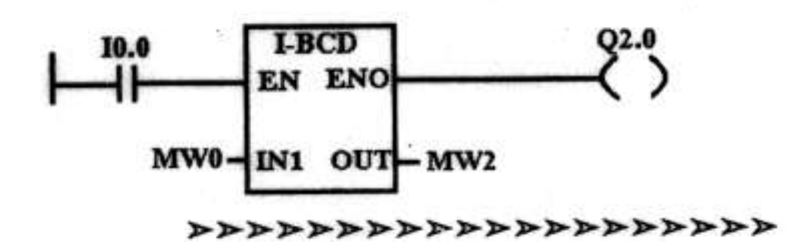


➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

تابع ملحق –٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS

تحويل عدد صحيح إلى عدد BCD

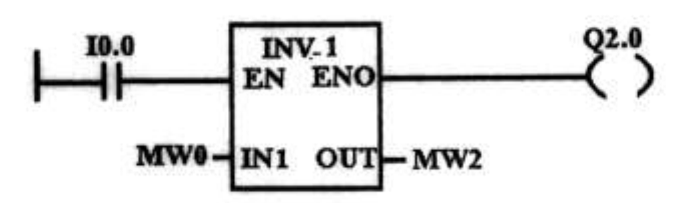
ولا تنفذ هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

إيجاد المعكوس الأصلي (الأول)

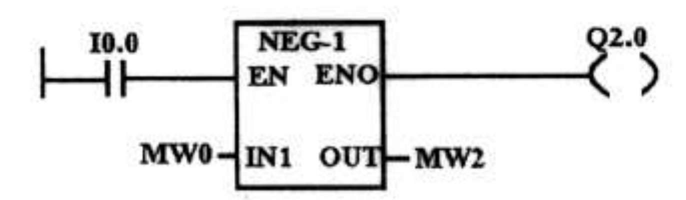
ولا تنفذ هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

إيجاد المعكوس الثاني

ولا تنفذ هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



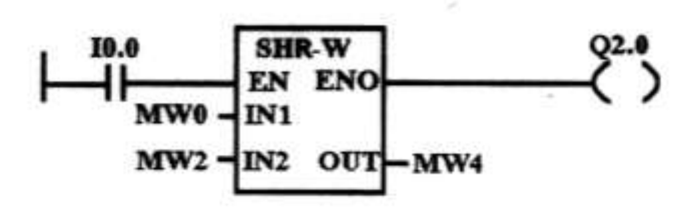
➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

تابع ملحق –٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS

الإزاحة إلى اليمين لكلمة واحدة

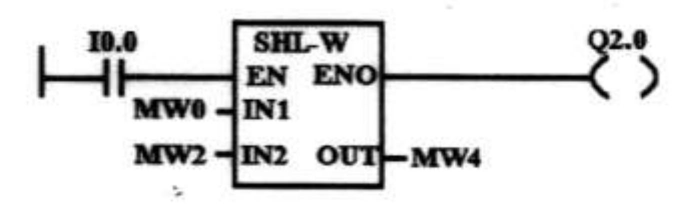
ولا تنفذ هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

الإزاحة لليسار لكلمة واحدة

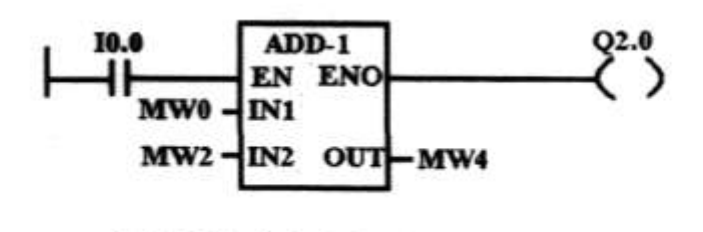
ولا تنفذ هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

جمع عددين صحيحين

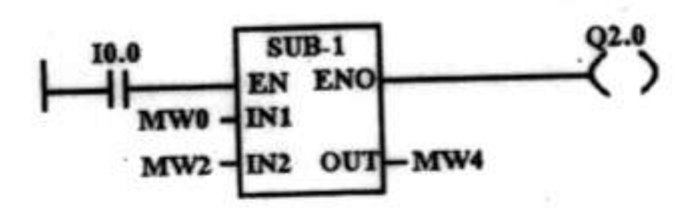
ولا تنفذ هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

طرح عددين صحيحين

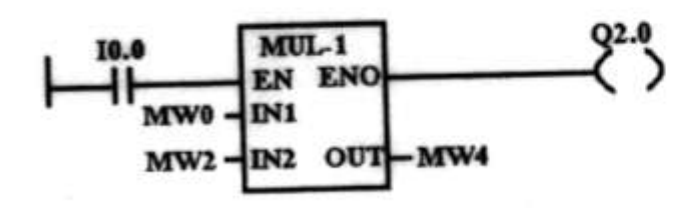
ولا تتم هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

ضرب عددين صحيحين

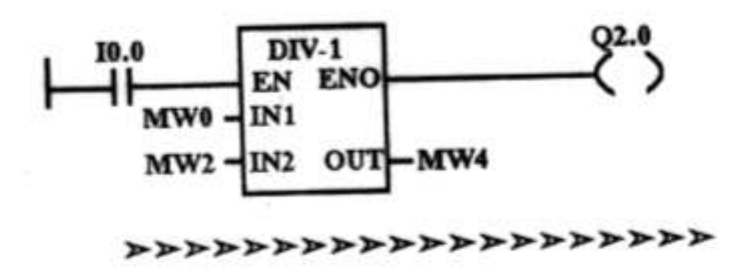
ولا تتم هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

قسمة عددين صحيحين

ولا تتم هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1

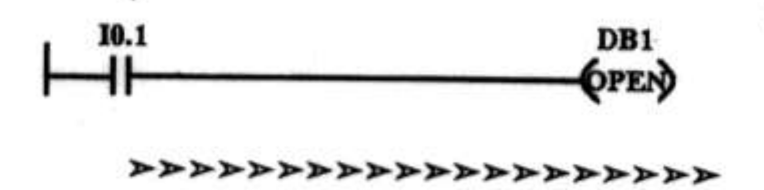


>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

تابع ملحق –٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS

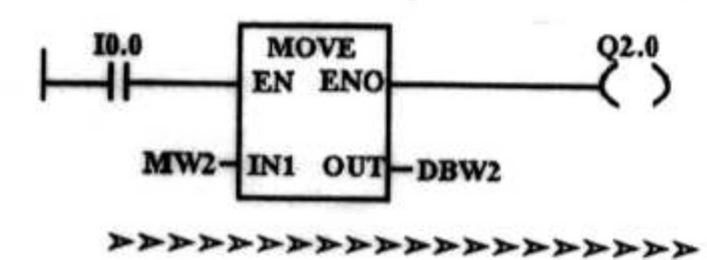
فتح بلوك بيانات



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

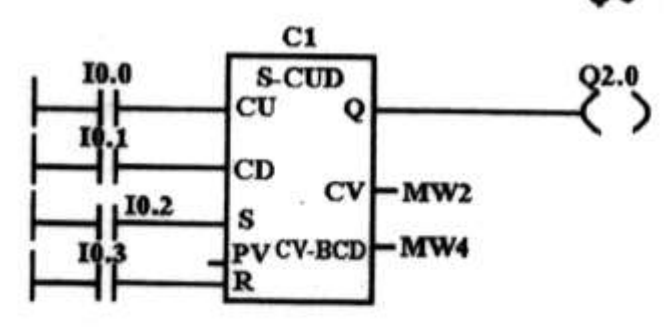
التحميل والنقل

نقل محتويات الكلمة MW2 إلى DW2
ولا تتم هذه العملية إلا عندما تكون حالة I0.0 مساوية 1



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

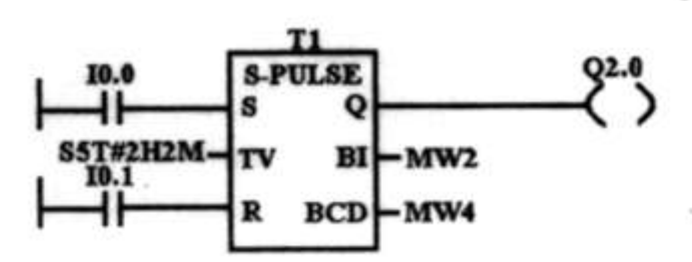
عداد تصاعدي تنازلي



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

تابع ملحق –٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS

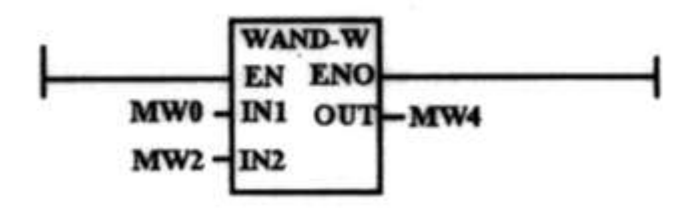
مؤقت نبضي



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

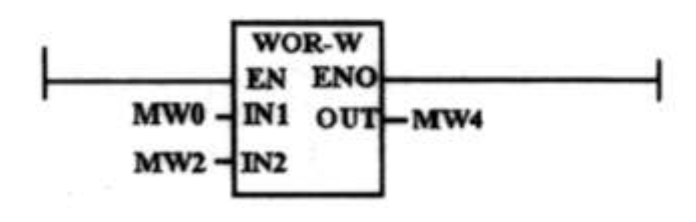
عملية ANDING

حيث أن MW4 = (MW0) AND (MW2)



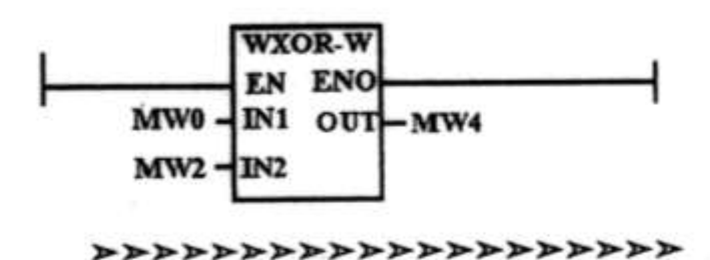
>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

عملية ORING



>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

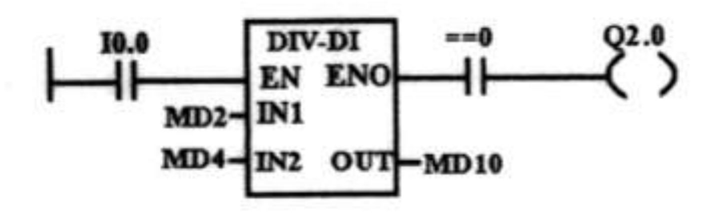
عملية XORING



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

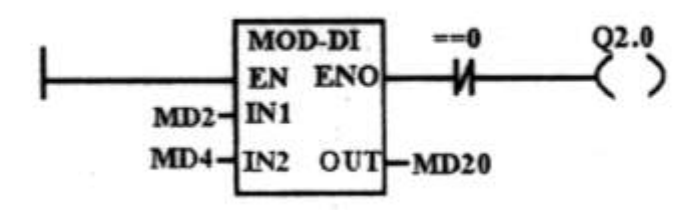
مقارنة العمليات المنطقية =0

فاذا كان ناتج القسمة يساوي صفر تصبح حالة Q2.0 مساوية 1



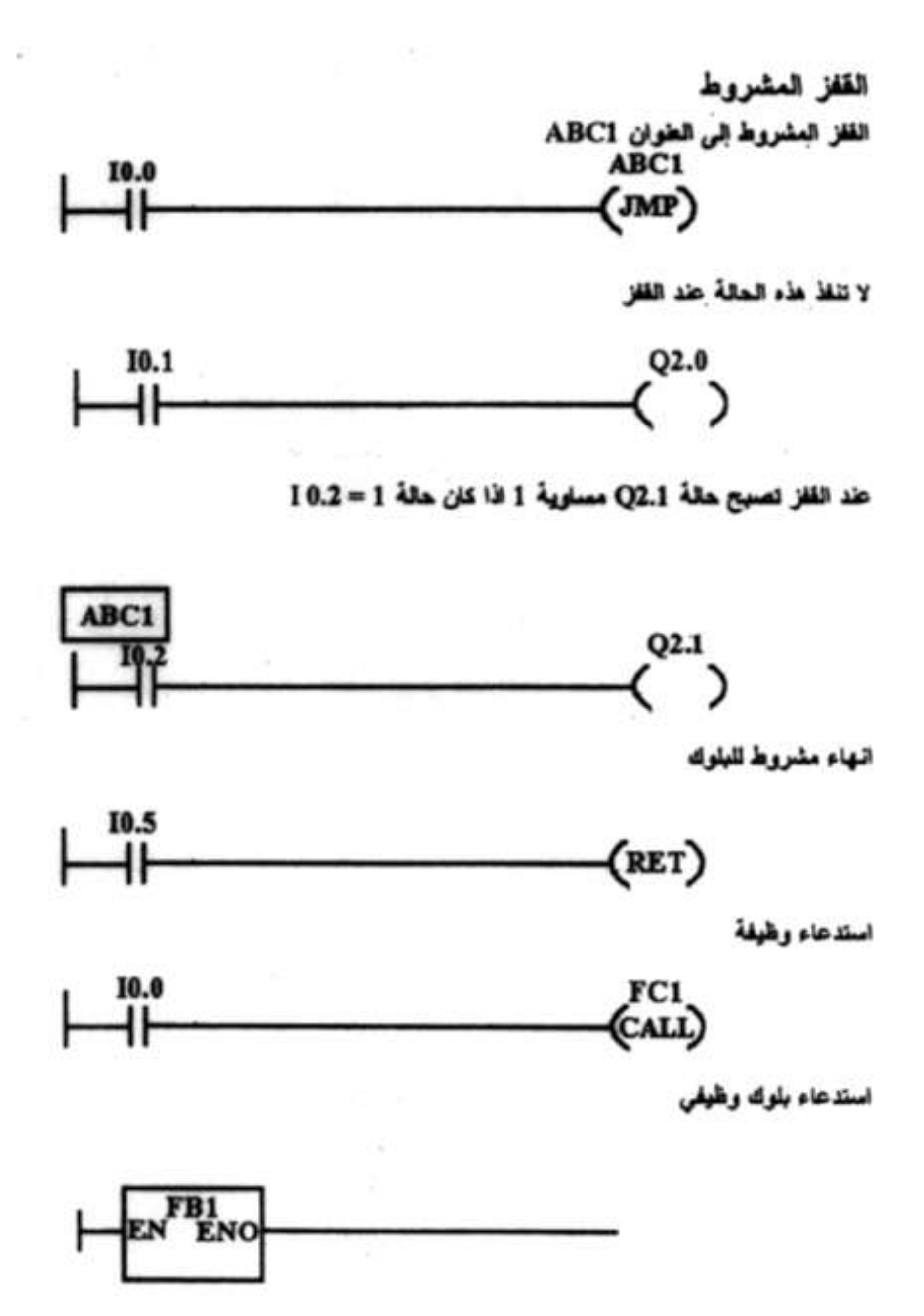
➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

مقارنة ناتج العمليات المنطقية الحسابية بعدم التساوي مع الصفر

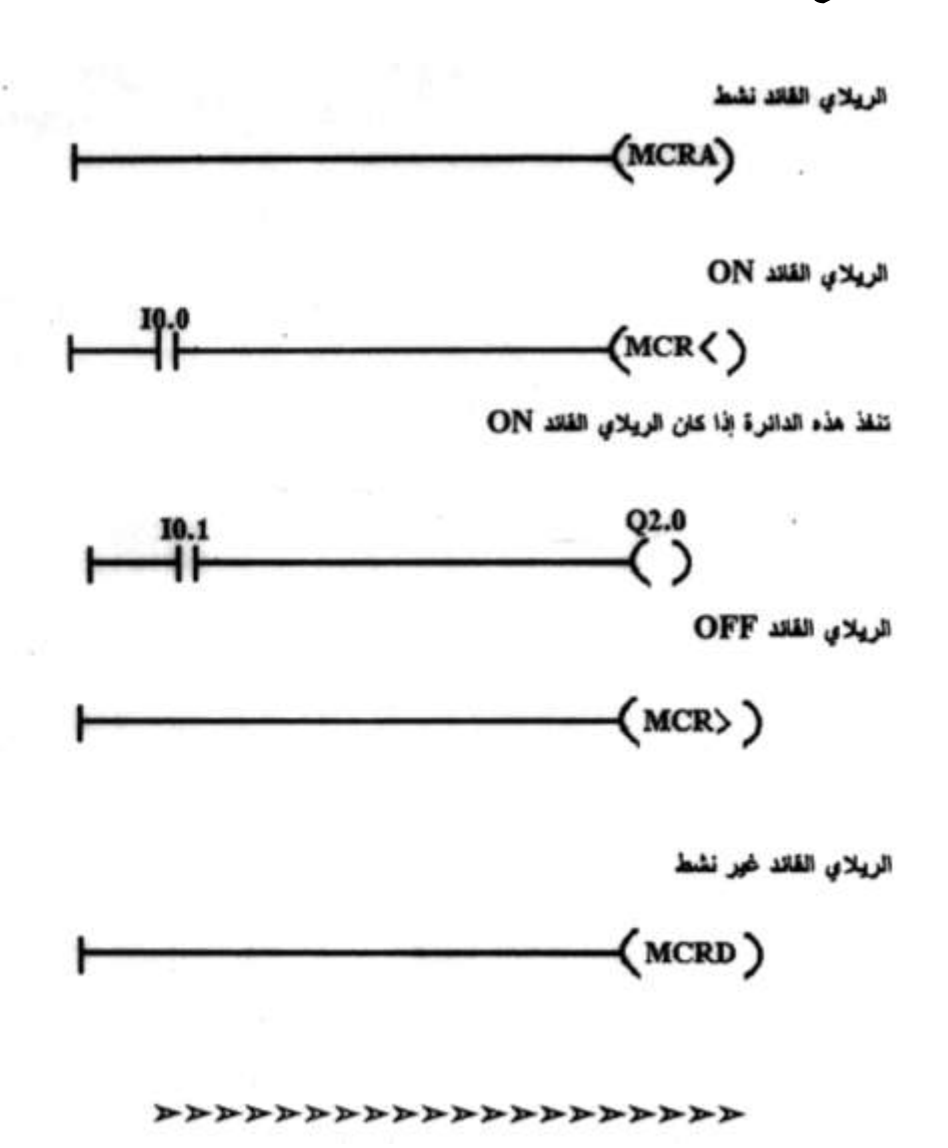


➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

تابع ملحق –٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS



تابع ملحق –٢ أجزاء مختارة من لغة STEP 7 لشركة SIEMENS



➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢➢

ملحق -٣ أجزاء مختارة من لغة أجهزة PLC نوع F1 لشركة MITSUBISHI

Instruction code	Function	Applicable element type
LD LOAD	Starts logic operation (normally open contact)	X,Y,M,T,C,S,F
LDI LOAD INVERSE	Starts logic operation (normally closed contact)	X,Y,M,T,C,S,F
AND AND	AND (normally open contact serial connection)	X,Y,M,T,C,S,T
ANI AND INVERSE	AND inverse (normally closed contact serial connection)	X,Y,M,T,C,S,F
OR OR	OR (normally open contact parallel connection)	X,Y,M,T,C,S,F
ORI OR INVERSE	OR inverse (normally closed contact parallel connection)	X,Y,M,T,C,S,F
ANB AND BLOCK	Serial connection between blocks	-
ORB OR BLOCK	Parallel connection between blocks	-
OUT OUT	Coil (output) drive instructions	Y,M,T,C,S,F
RST RESET	Resets shift register and counter	C M100, 120, 140, 160, 200, 220, 240, 260, 300, 320, 340, 360
PLS PULSE	When the input signal is rising a pulse is produced for the length of one execution cycle	M100~M377
SFT SHIFT	Temporary memory 1 bit shift	M100, 120, 140,160, 200, 220, 240, 260, 300, 320, 340, 360
S SET	Holds Y, M and S operations	Y,M200~M377,S
R RESET	Cancels Y, M and S operations	Y,M200~M377,S
MC MASTER CONTROL	Common serial contact point	M100~M177
MCR MASTER CONTROL RESET	Cancels common serial contact point	-
CJP CON-DITIONAL JUMP	Conditional jump to EJP when input is on	M=700~777

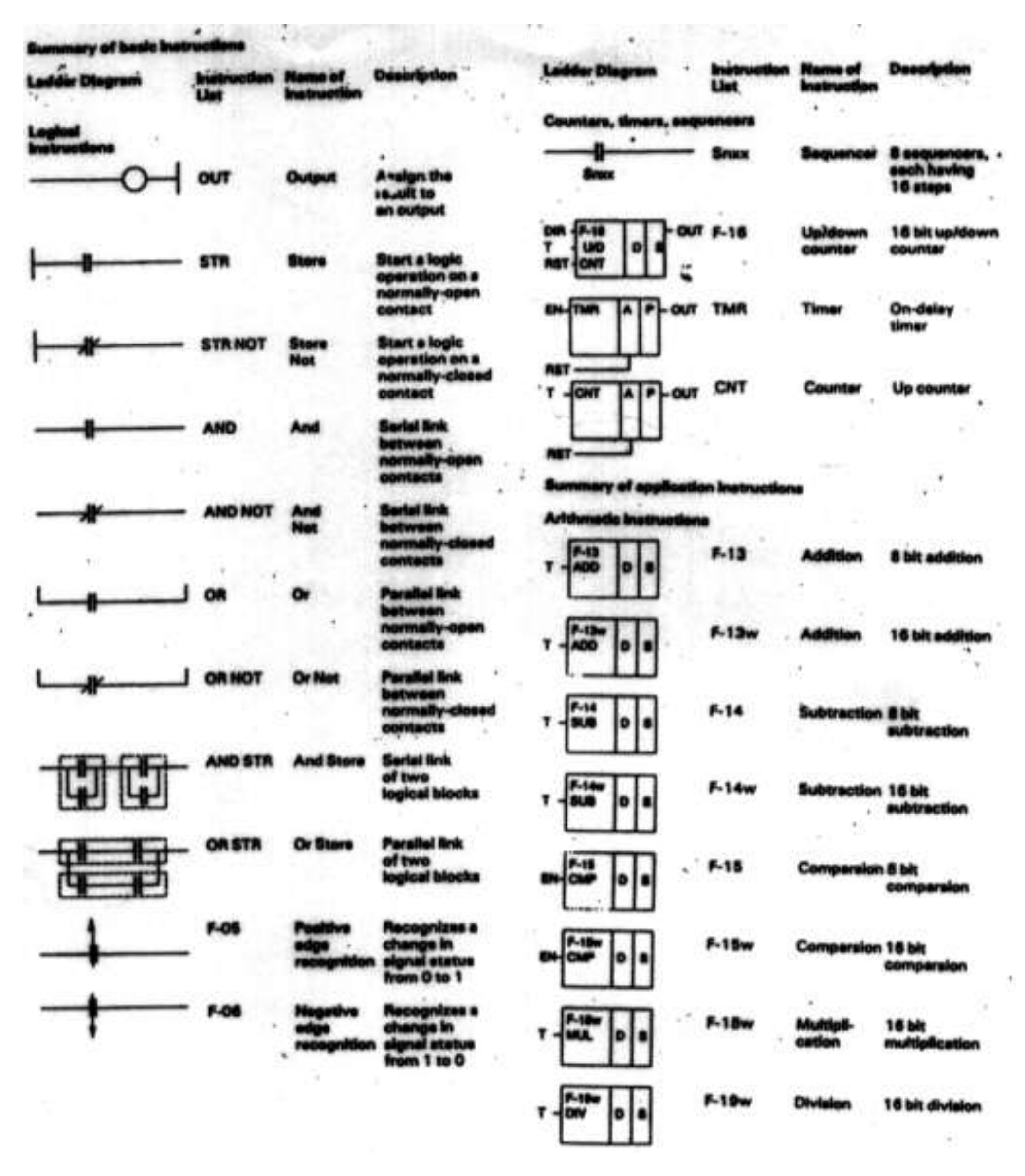
Memory map F1 series

The F1 PLCs have inputs, outputs etc assigned in the following way. Not all units have the inputs and outputs (X and Y) as these will depend upon the base unit and any extensions used. The remainder are not physical devices but are locations in the memory of the PLC and are common to all the base units except where noted.

Inputs	X	00-27, 400-427, 500-527
Outputs	Y	30-37, 430-437, 530-537
Auxiliary relays	M	100-377
Special functions	M	70-77
Timers	T	50-57, 450-457, 550-557, 650-657
Counters	C	60-67, 460-467, 560-567, 660-667
Step ladder	STL	600-647
Conditional jumps	CJP	700-777
Data registers	D	700-777 (Except F1-12)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

ملحق ـ٤ أجزاء مختارة من لغة أجهزة PLC لشركة +SPRECHER SHUH



Summary of basic instructions

Ladder Diagram	Instruction List	Name of Instruction	Description
Logical Instructions			
	OUT	Output	A·sign the ·esult to an output
	STR	Store	Start a logic operation on a normally-open contact
	STR NOT	Store Not	Start a logic operation on a normally-closed contact
	AND	And	Serial link between normally-open contacts
	AND NOT	And Not	Serial link between normally-closed contacts
	OR	Or	Parallel link between normally-open contacts
	OR NOT	Or Not	Parallel link between normally-closed contacts
	AND STR	And Store	Serial link of two logical blocks
	OR STR	Or Store	Parallel link of two logical blocks
	F-05	Positive edge recognition	Recognizes a change in signal status from 0 to 1
	F-06	Negative edge recognition	Recognizes a change in signal status from 1 to 0

Ladder Diagram	Instruction List	Name of Instruction	Description
Counters, timers, sequencers			
Snxx	Snxx	Sequencer	8 sequencers, each having 16 steps
DIR / T / RST, F-16 U/D CNT, D, S, OUT	F-16	Up/down counter	16 bit up/down counter
EN, TMR, A, P, OUT, RST	TMR	Timer	On-delay timer
T, CNT, A, P, OUT, RST	CNT	Counter	Up counter

Summary of application instructions

Arithmedic Instructions

Ladder Diagram	Instruction List	Name of Instruction	Description
T, F-13 ADD, D, S	F-13	Addition	8 bit addition
T, F-13w ADD, D, S	F-13w	Addition	16 bit addition
T, F-14 SUB, D, S	F-14	Subtraction	8 bit subtraction
T, F-14w SUB, D, S	F-14w	Subtraction	16 bit subtraction
EN, F-15 CMP, D, S	F-15	Comparsion	8 bit comparsion
EN, F-15w CMP, D, S	F-15w	Comparsion	16 bit comparsion
T, F-18w MUL, D, S	F-18w	Multipli-cation	16 bit multiplication
T, F-19w DIV, D, S	F-19w	Division	16 bit division

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

ملحق -٥ الرموز الكهربية

الحرف الرمز	الرمز الكهربي	الوصف	الحرف الرمز	الرمز الكهربي	الوصف
	L N PE	خط كهربائي حي خط تعادل خط أرضي	S		ضاغط تشغيل يحوي ريشتين مفتوحة ومغلقة
F		مصهر	S		مفتاح نهاية مشوار بريشتين مفتوحة ومغلقة
R		مقاومة	K,KA		ريش تلامس الريلاي
V		موحد	K,KM		ريش تلامس الكونتاكتور
C		مكثف	D,KT		ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لمؤقت يؤخر عند التوصيل
V		ثايرستور	D,KT		ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لمؤقت يؤخر عند الفصل
V		ترياك	D,KT		ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لمؤقت رعاش
V		ترانزستور ضوئي	F		ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لمتمم حراري
K		بوبينة كونتاكتور أو ريلاي	S		ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لترموستات
D, KT		بوبينة مؤقت يؤخر عند التوصيل	S		ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لعوامة
D, KT		بوبينة مؤقت يؤخر عند الفصل	F		قاطع دائرة أوتوماتيكي
D.KT		بوبينة مؤقت رعاش	F		الملفات الحرارية لمتمم حراري
Y		محبس كهربي	M	U1 V1 W1 M 3~ U2 V2 W2	محرك سنجابي ثلاثي الوجه يوصل Δ أو Y
H		لمبة إشارة			
Q		مفتاح رئيسي			
Q		مفتاح يحتوي له ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة			

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

محتويات الكتاب

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.